

**FONDAZIONE IRCCS CA' GRANDA - OSPEDALE MAGGIORE POLICLINICO**

**Convegno**

# **Progressi nella tecnologia degli impianti cocleari, nelle tecnologie assistive e nella riabilitazione: uno sguardo al futuro.**

**Policlinico di Milano, via Pace 9 Aula Anfiteatro**

**Sabato 30 novembre 2024**



 **Fondazione IRCCS Ca' Granda  
Ospedale Maggiore Policlinico**

 **Regione  
Lombardia**

**Progressi nella tecnologia  
degli impianti cocleari nelle  
tecnologie assistive e nella  
riabilitazione**

**30.11.2024  
Aula Anfiteatro  
via Pace 9 Milano  
9.00 - 16.00**

 **IL CONVEGNO È ACCESSIBILE GRAZIE AD  
UNO STRUMENTO DI ASCOLTO ASSISTITO**

 **a.l.f.a.** associazione  
lombarda  
famiglie  
audiolesi

 **UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO**

 **Regione  
Lombardia**

 **Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Ministro per le disabilità**

 **175  
1854-2024 Pio  
Istituto  
dei Sordi**

 **UNISOR  
UNIONE ITALIANA DI OTTOLOGIA  
E AUDIOLOGIA**

## **Sintesi.**

Il Convegno, introdotto dal Direttore di struttura Prof. Diego Zanetti, ORL ed Audiologo, ha offerto una panoramica sugli interventi chirurgici per impianto cocleare e quali siano le prospettive future per migliorare sia l'attività chirurgica, sia la portabilità dei dispositivi per l'udito (processori) per i pazienti in ogni contesto di vita sociale.

Al percorso chirurgico si affianca e si integra necessariamente il percorso riabilitativo e logopedico, anche in casi complessi, laddove siano presenti altre disabilità associate.

Le neuroscienze cognitive possono dare un supporto importante sia per gli aspetti di fitting dei dispositivi, sia per la riabilitazione del paziente bambino ed adulto, o anziano.

Alla medicina ed alla scienza si affiancano oggi le nuove tecnologie, che in questo ultimo quinquennio hanno fatto da volano in molti settori, sia per quanto riguarda la qualità elevata dei nuovi dispositivi per l'udito, che possono avvalersi dell'intelligenza artificiale per processare il suono e migliorare la qualità dell'ascolto in contesti rumorosi, sia per la modalità in cui il suono viene veicolato ai dispositivi (per udenti e non udenti), tramite tecnologia WIFI o Bluetooth Auracast.

### **IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico, SSD Audiologia**

Il reparto di Audiologia dell'Ospedale Maggiore Policlinico Mangiagalli e Regina Elena di Milano, in via Pace 9, opera sin dal 1969, anno in cui si separò dalla specialità di Otorinolaringoiatria ad opera del Prof. Massimo Del Bo, il quale intuì, sull'impronta dei paesi del Nord Europa, l'importanza di affrontare i problemi della sordità e della sua riabilitazione.

L'Audiologia del Policlinico, diretta dal prof. Diego Zanetti, è Centro di eccellenza per il trattamento della sordità e delle turbe di equilibrio, si occupa della diagnosi e del trattamento dei disturbi dell'udito e dell'equilibrio dal bambino all'adulto. L'alta specializzazione dell'équipe consente di affrontare i diversi tipi di sordità, i disturbi dell'equilibrio e gli acufeni, e di eseguire interventi di microchirurgia dell'orecchio medio e l'applicazione di impianto cocleare. Patologie trattate: Sordità (adulti e bambini), Presbiacusia, Acufeni, Vertigini, Malattia di Menière, Sordità profonda (applicazione impianto cocleare in bambini e adulti), Chirurgia funzionale dell'orecchio medio, Sindrome di Stickler.

Fanno parte dell'equipe i Dirigenti Medici:

Prof. Federica Di Berardino Audiologa, Professore associato in Audiologia - Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze Cliniche e di Comunità , Presidente del Corso di Laurea in Tecniche Audiometriche e del Corso di Laurea in Tecniche Audioprotesiche, Presidente Corso di Laurea in Tecniche Audiometriche della Conferenza Permanente delle Classi di Laurea e delle Classi di Laurea Magistrali delle Professioni Sanitarie

Dott. Giorgio Lilli

Dott. Mattia Ravera

L' Audiologia è inoltre sede della Scuola di specializzazione in Audiologia e Foniatria dell'Università degli Studi di Milano, dei due corsi di laurea triennale in Tecniche Audiometriche e Tecniche Audioprotesiche e del tirocinio per gli studenti iscritti al corso di laurea in Logopedia e in Medicina e Chirurgia. Particolare attenzione è data al loro studio, e per quanto riguarda le cause genetiche, la ricerca ha portato alla possibilità di analizzare in un unico pannello oltre 80 geni responsabili singolarmente o interattivamente di moltissime forme di ipoacusia.

## **Programma del Convegno.**

Introduzione e presentazione

Prof. Diego Zanetti

Direttore di struttura IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico,  
SSD Audiologia

### **Contesto tecnologico degli attuali impianti cocleari e innovazioni future**

Prof. Umberto Ambrosetti

Dott. Enrico Fagnani

Audiologi Università degli Studi di Milano, Fondazione IRCCS Ca' Granda  
Ospedale Maggiore Policlinico, SSD Audiologia

### **Miglioramento della qualità di vita nel paziente con impianto cocleare e disabilità associate**

Prof. Diego Zanetti

ORL Audiologo Università degli Studi di Milano, Fondazione IRCCS Ca'  
Granda Ospedale Maggiore Policlinico, SSD Audiologia

### **Le neuroscienze cognitive applicate alla tecnologia e alla riabilitazione**

Prof. Francesco Pavani

Cimec Centro Interdipartimentale Mente/Cervello Trento

## **Fitting di impianti cocleari in casi complessi**

Dott.ssa Chiara Amadeo Tecnico Audiometrista

Dott.ssa Sara Cavicchiolo Logopedista

Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico, SSD  
Audiologia

## **Intelligenza artificiale, terapia genica e cellule staminali: quale ruolo negli impianti cocleari?**

Prof.ssa Federica Di Berardino, audiologo

Dott. Giorgio Lilli, ORL

Università degli Studi di Milano, Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale  
Maggiore Policlinico, SSD Audiologia

## **Comunicare senza barriere: azioni e strumenti per una piena inclusione per le persone sorde e ipoacusiche**

Dott. Roberto Daffonchio

Direttore Vicario U.O. Disabilità, Volontariato, Inclusione e Innovazione  
Sociale Direzione Generale Famiglia, Solidarietà Sociale, Disabilità e Pari  
Opportunità

## **Comunicare senza barriere il progetto di a.l.f.a. APS: l'ascolto in WIFI o Auracast in luoghi pubblici**

Arch. Giovanni Barin

Consigliere di a.l.f.a. Associazione Lombarda Famiglie Audiolesi

## **Tavola Rotonda: Sfide attuali nell'innovazione degli impianti cocleari e scenari futuri**

Moderatori: Prof. Diego Zanetti, Dott.ssa Emilia Tinelli Bonadonna,  
presidente a.l.f.a.

Dott. Mattia Ravera, ORL, Università degli Studi di Milano, Fondazione  
IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico, SSD Audiologia

Dott.ssa Eliana Cristofari, ORL, SSD Audiovestibologia, Ospedale di Circolo  
di Varese

Dott.ssa Chiara Campovecchi, ORL, SSD Audiologia e Foniatria pediatrica  
Spedali Civili di Brescia

Dott. Nader Nassi, f ORL, SSD Otorinolaringoiatria ad indirizzo Pediatrica  
Spedali Civili di Brescia

Dott. Maurizio Guida, Audiometrista - Elettrofisiologia Università degli  
Studi di Parma

## **Prof. Diego Zanetti**

Aspettavamo il direttore generale del Policlinico che ci ospita in queste sale della dell'Ospedale Maggiore ma pare che abbia avuto un impegno quindi non possiamo tergiversare oltre se arriverà più tardi porterà i saluti istituzionali un doveroso applauso ad Alfa dottoressa Emilia Tinelli Bonadonna e l'architetto Barin e l'architetto Nicoletta Wojciechowski che hanno dedicato tempo impegno per realizzare questo evento che spero abbia un ritorno importante perché tratteremo degli argomenti che è sempre meglio rinfrescare perché la tecnologia degli impianti cocleari la tecnologia in generale dei sistemi assistivi è in continua evoluzione c'è un'evoluzione tecnologica c'è un'evoluzione anche etica e c'è una evoluzione anche del team che segue poi la riabilitazione della sordità ci sono delle grosse novità anche nell'ambito della cura della sordità e i relatori che oggi si susseguiranno cercheranno di approfondire tutti gli aspetti di questo tema importante. Io partirei subito con una breve introduzione generale al tema per poi lasciare la parola ai vari relatori di cui anch'io faccio parte

Quindi permettetemi di stare seduto che manovro un po' meglio il computer. Il progetto Comunicare senza barriere è un progetto ambizioso importante che poi ci presenterà l'architetto Barin nel pomeriggio ed ha lo scopo di tentare di superare quelle che sono ancora le barriere alla interazione sociale in ambienti anche sanitari come il nostro in cui il paziente sordo ipoacusico o comunque in difficoltà nell'ascolto può avere un vantaggio attraverso i sistemi tecnologici come il WiFi dedicato e come loro stanno diffondendo questo sistema in appunto ospedali teatri aule scolastiche eccetera ed è una un'impresa colossale ma estremamente utile per la società. Ma partiamo un po' dagli albori se riesco a proseguire con le diapositive, oggi abbiamo parecchi problemi tecnici. La sordità è una disabilità invisibile non è apparente come la cecità. Nel 1910 Helen Keller che era una che tutti conoscete sicuramente per la sua storia era una paziente sordocieca adesso sappiamo che era affetta da sindrome di Usher una sordità progressiva e una cecità progressiva, tenne una conferenza, un discorso importantissimo davanti al congresso americano e lei in quel contesto che poi a cui poi seguì anche tra l'altro il voto alle donne in America diceva: la cecità allontana le persone dalle cose ma la sordità allontana le persone dalle persone. Infatti interrompe la catena sociale, la possibilità di interazione. Si parla naturalmente di sordità profonda sordità se vogliamo totale non le varie forme di gravità di quelle forme meno gravi di sordità. Nel 1999 Franco Bompreszi ha stilato un decalogo sulla buona informazione riguardo alla disabilità che poi è stata adottata in tutte le amministrazioni pubbliche per decreto nel 2021 e adesso i dipendenti pubblici hanno questo decalogo e hanno un obbligo di adeguarsi per la comunicazione con i pazienti sordi e la convenzione ONU. Lui diceva

che la disabilità non è una caratteristica del singolo individuo perché ha una patologia o una menomazione ma è il risultato dell'effetto che la società ha nei confronti di questo individuo, cioè il fatto che la società, l'organizzazione sociale limita ancora in qualche modo l'attività e le possibilità del soggetto sordo. Quindi noi dobbiamo superare questo impasse. Parliamo naturalmente di sordità gravi o profonde che sono rappresentate nel grafico audiometrico con delle soglie uditive superiori ai 90 decibel. Poi vedremo che nell'indicazione agli impianti cocleari questo limite è stato superato perché l'efficacia dell'impianto cocleare è tale che si è estesa l'indicazione anche a perdite meno gravi, a perdite in cui c'è una sovrapposizione con il risultato delle protesi acustiche e allora gli studi vanno in quella direzione di dimostrare qual è la soluzione migliore per il paziente se è l'impianto, se è la protesi, se ha altri sistemi di aiuto all'ascolto o una combinazione di tutti i device tecnologici che abbiamo oggi a disposizione. Cosa vuol dire sordità profonda per il bambino che nasce sordo? è naturalmente l'impossibilità di sviluppare un linguaggio verbale quindi a cominciare dal non poter udire correttamente la voce della propria mamma. Ci sono dei pregiudizi che ancora si trascinano oggi relativi alla disabilità uditiva, partono dall'antichità quando i sordi venivano considerati degli idioti, venivano rinchiusi o esposti al pubblico ludibrio. Oggi ci trasciniamo lo stigma della sordità, vuol dire viene associato all'età avanzata. Quindi sei vecchio e quindi non senti e quindi questo crea una ritrosia da parte dei pazienti ad adottare il sistema riabilitativo: la protesi acustica. Nel 2021 l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha pubblicato un report in cui hanno stimato con dei calcoli abbastanza accurati che nel 2020 almeno 1 miliardo e mezzo di persone, una persona su cinque, soffrirà di problemi uditivi inclusi anche quelli modesti. Ma di questi quasi 500 milioni avrebbero bisogno di provvedimenti riabilitativi e purtroppo solo uno su tre o uno su quattro vi accede - stiamo parlando del mondo - ma quello che è ancora più preoccupante è che in un prossimo futuro nel 2050 le stime dicono che arriveremo a 900 milioni di persone ipoacusiche soprattutto nei paesi in via di sviluppo dove le risorse sono ancora inferiori alle nostre. Ci sono anche degli aspetti economici rilevanti che trattare la sordità significa notevoli risparmi in termini di spesa socio sanitaria. Hanno calcolato che ogni dollaro che si investe in nella cura della sordità porta un beneficio alla società di 16 dollari, quindi dovrebbe essere investito di più la sordità è la quarta causa di disabilità a livello globale mondiale, ma la prima over 70 quindi particolare attenzione anche ai nostri anziani. In Italia si stima che ci siano circa 300.000 persone affette da sordità grave o profonda di cui almeno la metà ancora in età lavorativa e dobbiamo puntare al recupero di queste persone per il bene della società. Solo uno su 20 si stima attualmente riceve una riabilitazione adeguata e questo vuol dire una spesa di 21 miliardi di euro per la sordità non curata in Italia quindi sono

dati che dovremmo portare ai nostri governanti. Una indagine che è stata condotta in Europa 2 anni fa su 15.000 soggetti di cui 1.343 sordi gravi quindi una prevalenza in Italia dell'11,7 per cento della sordità grave ha rilevato che solamente il 25% dei pazienti, un quarto dei pazienti, aveva una riabilitazione adeguata con protesi acustiche o impianto cocleare. Quindi possiamo dire che abbiamo circa 7 milioni di ipoacusici in Italia ma solamente 1.750.000 con protesi acustiche. Quello che è altrettanto preoccupante è l'insorgenza di ipoacusia nei giovani esposti a rumore volenti o nolenti. Quindi questo è un problema che dovremo affrontare di tipo sociale. E un altro problema è la presbiacusia: la popolazione invecchia e con l'invecchiamento aumentano i problemi uditivi, aumentano le malattie cardiovascolari, il rischio di cadute - sapete cosa vuol dire una frattura di un femore in un anziano. Aumentano i casi di depressione ed ormai è evidente dal report più recente sul Lancet del 2024 la correlazione con la demenza e quanto l'adozione di provvedimenti riabilitativi può invertire il processo di depauperazione cognitiva. Il processo può essere invertito con gli apparecchi acustici, con gli impianti cocleari e coi sistemi assistivi, bisogna che però facciamo uno screening non solo alla nascita, ma anche per l'adulto, e che la riabilitazione inizi subito, senza ritardo, in modo da ripristinare quella capacità di comunicazione. Oggi le soluzioni sono tante: dalla chirurgia, agli apparecchi acustici, alle protesi impiantabili, e soprattutto l'impianto cocleare. L'impianto cocleare che è questo gioiello tecnologico che abbiamo ormai da oltre 30 anni che è il cosiddetto orecchio bionico che ripristina il canale sensoriale. È l'unico sistema sensoriale, l'udito, che può essere recuperato con la tecnologia e con la chirurgia. Ad esempio la cecità non è recuperabile anche se stanno sviluppando questi sistemi di occhio artificiale, sono ancora in fase sperimentale, non sono utilizzabili nella pratica clinica. Noi invece audiologi abbiamo lo strumento per riabilitare l'udito ed è estremamente efficace. Il primo impianto era un impianto monocanale: immaginate un tasto del pianoforte che poteva essere schiacciato, pressato a velocità diverse, a ritmo diverso, ma era un solo tasto del pianoforte. L'ha usato William House nel 1964, e il primo impianto ha suscitato critiche feroci perché obiettavano, non può funzionare, non può per la fisiologia dell'orecchio che si sapeva allora.

Poi nel 1977 Graeme Clark in Australia ha impiantato il primo paziente con un impianto multicanale che è stato il prototipo di quelli che utilizziamo oggi. Oggi i nostri impianti cocleari hanno da 12 a 22 canali. E quindi immaginate un pianoforte che comincia a estendere il proprio range dinamico. Tuttavia fino al 1989 non c'è stato modo di implementarlo su larga scala. C'è voluto un primo congresso a San Francisco chiamato apposta il "Ponte per l'udito" per l'orecchio bionico, e da lì ha cominciato a diffondersi nel mondo. Oggi dove siamo? Negli anni 80 l'FDA americana autorizzava solamente le

sordità profonde, l'impianto cocleare nella sordità profonda post verbale, quindi nell'adulto con la perdita acquisita dell'udito. Ci sono voluti 10 anni per arrivare a poter impiantare il primo bambino, e aveva un limite di 2 anni di età, sotto i 2 anni non si poteva. Altri 10 anni e abbiamo cominciato a impiantare i bambini, quindi negli anni 2000 quando io comincio, poi la mia attività insieme al dottor Nader Nassif e alla dottoressa Campovecchi, che sono qua oggi, e che mi hanno fatto piacere a venire. Abbiamo cominciato l'attività negli anni 2000 a Brescia Adesso abbiamo esteso le indicazioni come vedete in alto a destra alle sordità severe, alle sordità parziali, alle ski slope che vi facciamo vedere dopo, e anche l'ultimo in alto le sordità unilaterali, questa evidenza degli ultimi anni che c'è un beneficio anche a impiantare pazienti che hanno un udito normale in un orecchio, e anacusico l'altro orecchio. Quindi l'orecchio anacusico può essere riabilitato. È difficile, serve impegno da parte di tutti, ma ci si riesce. La frontiera di cui poi vi parlerò dopo sono quei due rami dell'albero a sinistra i pazienti con disabilità associate, con pluridisabilità, con deficit cognitivi. Questa è la vera frontiera. L'efficacia dell'impianto cocleare è indubbia si è passati da circa 150.000 impianti cocleari nel mondo nel 2008 a più di 600.000 attualmente qui ho scritto 550 ma era una diapositiva dell'anno scorso, siamo a più di 650.000 impianti. Circa 7 impianti per milione di abitanti, purtroppo considerati anche i paesi in via di sviluppo solo un bambino su cinque di quelli che ne avrebbero bisogno oggi riceve l'impianto cocleare. E purtroppo ancora oggi, questi sono i dati Euro Trak dell'indagine europea: il 50% della popolazione non sa cos'è un impianto cocleare, solo l'uno lo sa, 40% dicono: sì ne ho sentito parlare, ma non conosco bene l'argomento. E se guardiamo l'Italia è il tasso di impianto cocleare per popolazione, per milioni di abitanti, più basso d'Europa. Quindi noi purtroppo siamo ancora indietro culturalmente nell'accettazione dell'impianto cocleare.

Se guardiamo i costi, questa è una diapositiva per i nostri politici, l'impianto cocleare in termini di rapporto costo beneficio è sicuramente molto più efficace di altri interventi che vengono fatti nella sanità. Questi sono i dati della Svezia. In Italia lo standard di nuove nascite di pazienti sordi non è cambiato negli ultimi 30 anni, è sempre uno-due casi nuovi nati su 1.000, a cui si aggiungono altri due tre casi in epoca prescolare. In Italia Ci sono 60 "centri" tra virgolette di impianti cocleari se ne fanno circa -gli ultimi dati (questi sono nel 2022) gli ultimi dati sono del 2023: 1550 impianti in un anno. Quindi in totale si stima che ce ne siano almeno 17.000 di portatori di impianto cocleare. E questa è una diapositiva dell'amico Mimmo Cuda di Piacenza, che ha mostrato a un convegno europeo: purtroppo dal momento della diagnosi dell'inizio della perdita uditiva al momento in cui si fa, si arriva a un impianto cocleare passano anche 30 anni, e il momento in genere in cui l'ipoacusia diventa invalidante e richiede

l'apparecchio acustico, sono circa 9 anni, quindi c'è un lasso di tempo ancora troppo lungo prima che venga preso il provvedimento necessario per ristabilire l'udito. Per fortuna sono state sviluppate delle linee guida a cui abbiamo partecipato proprio a cura di Domenico Cuda di Piacenza nel suo ruolo di presidente della Società italiana di Otorinolaringoiatria, due anni fa, e sono state pubblicate sia sul sito del Ministero dell'Istituto superiore di Sanità che sulle riviste specializzate. Queste linee guida sotto forma di questo opuscolo che trovate anche online sul sito del Ministero e dell'istituto superiore di sanità e recentemente sono state pubblicate sulla rivista otologica otorinolaringoiatrica italiana. Le due linee guida per gli adulti e per i bambini. Quindi adesso non possiamo più dire che non ci sono delle indicazioni e delle linee guida: adesso dobbiamo adeguarci a questi standard che sono pubblicati anche in Italia. Con questo direi che ci fermiamo e proseguiamo con il nostro professor Fagnani e il professor Ambrosetti che ci aggiornano sulla tecnologia dell'impianto cocleare.

## **Prof. Enrico Fagnani**

Grazie, Diego. Faremo una trattazione a quattro mani con Umberto Ambrosetti, se posso mi siedo, grazie. Siccome è stata una avventura straordinaria quella dell'impianto cocleare che abbiamo avuto la fortuna di vivere fin dalla fine degli anni 80, mi sono fatto prendere un po' la mano e in slide ho messo un po' di storia. L'udito umano è un organo di senso straordinario che è in grado di gestire tutta una serie di complessi scenari sonori come sono illustrati in questo quadro di Brueghel, captare le onde sonore, messaggi complessi, analizzarli, codificarli con sistemi elettrici e trasferirli al sistema nervoso centrale.

L'ingresso uditivo è estremamente importante per l'apprendimento, perché crea le connessioni delle reti neurali, il connettoma dell'individuo che è estremamente importante per le prerogative cognitive. Qual è l'analizzatore dei suoni? Si chiama chiocciola o coclea, è un complesso analizzatore di spettro acustico che funziona con qualche migliaio di microfoni potremmo dire.

L'analisi che viene fatta è questa con la trasformazione in un segnale elettrico matematico esattamente come farà l'impianto cocleare che è un imitatore della chiocciola. Quali sono le caratteristiche peculiari di questo analizzatore dei suoni, che si chiama chiocciola, che funziona con questi microfonini che vedete posizionati che sono di due famiglie, cellule cigliate esterne e interne, le caratteristiche sono: la grande sensibilità, ci fa ascoltare il battito delle ali di una zanzara, la grande risoluzione frequenziale, la capacità di analizzare fenomeni che si involuppano velocemente, la capacità di gestire più messaggi contemporaneamente, la capacità di analizzarli specificamente, la selettività, un'altra grande caratteristica è quella di farci ascoltare dei suoni di grande intensità, provandone grande piacere. L'esperienza di ascoltare la musica ad alto volume quando è esperienza comune, o provare fastidio a suoni di alta intensità quando la nostra chiocciola comincia a perdere colpi. La coclea lesionata ha una ipoacusia, di tipo neurosensoriale. Il danno a livello cellulare e in parte neurale della chiocciola che non consente di esplicitare queste caratteristiche di cui abbiamo parlato. Quindi di cosa abbiamo bisogno per ripristinare la funzione uditiva? Di un analizzatore di spettro bionico, ovvero di una protesi cocleare. La definizione che possiamo dare di impianto cocleare è quella di protesi cocleare, che sostituisce la funzione cocleare.

Il sogno di potere stimolare il nervo acustico e dare delle sensazioni uditive utilizzando la corrente elettrica è stato accarezzato sin alla fine del 1700 da Alessandro Volta, l'inventore della pila, che ha pensato di utilizzare la corrente elettrica, molto poco controllata in questo caso, per generare sensazioni uditive. In effetti vi era riuscito

provocando una situazione simile al ribollire di un liquido lento ma non era possibile regolare finemente le correnti come si fa oggi con gli impianti cocleari. La pila di Volta è un generatore di corrente continua, ma si è visto che fisiologicamente è meglio stimolare il nervo acustico con la corrente alternata. Nei vari continenti diversi studiosi avevano approfondito l'argomento tentando di stimolare il nervo acustico con stimoli elettrici, per esempio un elettrodo monocanale extracocleare, con elettrodi passati nella coclea passando attraverso e poi un primo impianto cocleare monococleare il famoso singolo tasto del pianoforte di cui si è parlato. Vennero presentati i primi risultati, che erano stupefacenti, al congresso internazionale di otorinolaringoiatria di Venezia, per iniziare la avventura italiana degli impianti cocleari. Anche a Parigi Henri Chouard aveva messo in piedi una tecnologia del genere. Anche in Spagna si fecero degli esperimenti. Molto significativo fu quanto realizzato a Vienna: un impianto multicanale alla fine degli anni 70 e da qui è nato uno dei più importanti brand mondiali che si chiama Medel, che ancora oggi va oggi con successo.

A Graeme Clark si riconosce la paternità del primo impianto multicanale, multicocleare, questo era il processore vocale, una scatola spalleggiabile praticamente. L'impianto cocleare è il primo organo di senso artificiale in grado di stimolare direttamente, con segnali elettrici di minima intensità molto controllati, le fibre residue del nervo acustico, generando sensazioni uditive che arrivano a livello corticale, per ripristinare le capacità uditive in pazienti dove il livello di ipoacusia non consente l'uso di apparecchi acustici convenzionali. L'impianto cocleare fa le funzioni della chiocciola, analizza i suoni e li traduce in un codice elettrico matematico, delle piccole correnti che vanno a stimolare il residuo del nervo. Possiamo vedere la chiocciola sulla sinistra e l'analizzatore di spettro. Noi dobbiamo gestire degli stimoli di intensità minima e questo è molto importante perché se io stimolo da lontano, come faceva Volta, creo sensazioni molto generiche, se vado vicino alle fibre del nervo usando correnti piccole, possono dare informazioni molto più definite che sono quelle che noi vogliamo dare. In slide vedete come attualmente si presenta la tecnologia di un impianto cocleare ancora in uso oggi. C'è una parte esterna che è retroauricolare, poi c'è una parte interna il ricevitore stimolatore, inserito con un intervento chirurgico, non c'è un contatto fisico, ma un accoppiamento magnetico. Il sistema elettronico viene introdotto nella chiocciola. Queste sono le placchette elettroniche che stimolano, di solito da una finestra rotonda, tramite una cocleostomia vicino alla finestra rotonda, qui le onde radio trasportano l'informazione codificata e l'energia necessaria che alimentano i circuiti elettronici che sono vicini all'elettrostimolatore. Questo è un panorama di alcuni modelli di processori vocali, la parte esterna che comprende un microfono, la parte elettronica, l'analizzatore codificatore, il sistema di elaborazione segnale, la parte di alimentazione elettrica, la

batteria e la pila. Oggi le batterie al litio sono quasi tutte ricaricabili e la antenna trasmittente che fa avvenire il flusso di informazioni relative all'attività neurale, noi possiamo ricavare dei potenziali evocati e delle informazioni sull'attività del nervo che ci dicono se l'impianto sta funzionando bene o no. Altri aspetti tecnici, un altro tipo di ricevitore - stimolatore, questo è l'elettrodo di massa che è di riferimento, è il più grande, la corrente fluisce tra questi elettrodi e l'elettrodo di riferimento perché un circuito elettrico fa scorrere la corrente quando ci sono due poli che vengono alimentati.

Abbiamo questo ricevitore - stimolatore con l'antenna e soprattutto gli elettrodi che sono queste due placchette che creano una distanza tra uno e l'altro. Le aziende hanno prodotto parecchi tipi di elettrodi a seconda della anatomia della chiocciola della persona che dovrà ricevere l'impianto cocleare. C'è una scelta nella gamma di elettrodi e si sceglie il più adatto all'anatomia che abbiamo precedentemente studiato.

Questa immagine è molto importante perché rappresenta da vicino le placchette elettroniche introdotte nella rampa timpanica della chiocciola, questi sono gli elettrodi e qui si realizza l'interfaccia tra l'elettronica, quindi il versante del silicio o dei metalli, diciamo ciò che è chimica inorganica, con i tessuti che sono biologici, quindi le fibre nervose. Questa è una interfaccia particolare perché se funziona bene quella interfaccia noi riusciamo a trasferire bene l'informazione uditiva che abbiamo codificato. Quindi è importante questo punto che è il passaggio obbligato. Che impulsi si utilizzano? Quali correnti elettriche? Di livello basso, si parla di microampère, ci troviamo vicino alle fibre da stimolare praticamente. Sulla sinistra vedete il flusso classico bifasico, una fase positiva seguita da una fase negativa. Si usano oggi anche impulsi trifasici in cui c'è il 25% della quota di energia, 50% sulla polarità opposta e un altro 25% sul finale.

Le cariche elettriche alla fine si devono bilanciare per non creare dei danni al tessuto nervoso. Se io non bilancio la polarità positiva con quella negativa vado a creare degli effetti galvanici. Altro studioso della bioelettricità Galvani. E non dobbiamo provocare spostamenti ionici dannosi per i tessuti per fare funzionare il nostro nervo.

Ultimamente sono stati utilizzati degli stimoli a rampa, quelli un po' più irregolari, perché si è visto che con questi stimoli si ottengono meno effetti secondari, e vedremo quali sono.

Qui abbiamo uno schema di come scorre la corrente fra due poli, gli elettrodi stimolatori sono questi, un elettrodo stimola e la corrente va a scorrere sulla massa,

sull'elettrodo di riferimento che può essere su alcuni modelli, può essere esterno ed elettrodo di massa sul contenitore del ricevitore - stimolatore.

Poi ci sono altre modalità, a seconda di come incrocio questi elettrodi, e lo posso fare dal programma di fitting, posso decidere quale percorso far fare alla corrente, posizionarmi sul nervo acustico per adattarmi all'elettrodo che non sempre è in sintonia con la fisiologia cocleare normale. Qui vediamo l'elettrodo che scorre per stimolare direttamente il nervo. Vedete come funzionano gli elettrodi, nella maggior parte degli impianti normalmente ne funziona uno per volta, si dice modalità sequenziale, un elettrodo per volta stimola con velocità e la sensazione che il paziente ha è di avere una informazione completa, i tempi sono talmente minimi, microsecondi, che non ci si accorge di avere la sequenzialità ma io percepisco lo stimolo nel suo insieme.

Sono stati realizzati molti tipi di elettrodi. Per quanto riguarda il campo dinamico di un udito normale è maggiore di 100 dB, la chiocciola quando funziona compone il campo dinamico intorno ai 10 dB, quel campo dinamico che noi troviamo quando facciamo la simulazione con il test al promontorio. L'udito bionico ci fa recuperare circa 60 dB, alla fine, di udito con l'impianto cocleare, la chiocciola o il processore vocale, se passo dal mondo esterno dei suoni a quello del nervo acustico e sensorialità uditiva, per me soggetto che ascolto è un grande espansore della dinamica, bisogna capire in quale senso va l'informazione. Queste che vedete in slide sono le caratteristiche di un udito normale sulla sinistra e come possiamo trovare modificato l'udito bionico che ripristiniamo con l'impianto cocleare. Il campo dinamico elettrico rimane sempre di 10 - 15 dB, quello che ottengo con il processore vocale è un campo dinamico molto più espanso.

La stimolazione deve essere precisa e selettiva, l'importanza della interfaccia elettrodo - tessuto nervoso perché se dobbiamo utilizzare per provocare e evocare la sensazione uditiva delle cariche troppo elevate, rischiamo di stimolare troppi neuroni o troppe fibre nervose insieme e dare delle sensazioni molto più generiche e grossolane e quindi un udito non tanto fine e preciso, perché ci sono correnti che migrano verso altre parti della chiocciola, come è esemplificato dallo schemino colorato di un elettrodo che invece funziona molto bene, come potete vedere sono distribuite bene le varie colorazioni che si riferiscono alla distribuzione della corrente.

Come funziona l'impianto cocleare? Qui ci sono varie teorie. Sapete che la scarica di una fibra nervosa può stare dietro uno stimolo elettrodo fino a mille Hertz, perché c'è il periodo refrattario, una fibra nervosa ci mette un numero di millisecondi, quindi riescono a darsi il cambio e a trasportare l'informazione nel loro insieme le fibre.

L'importanza che vi sia una funzionalità residua del nervo acustico significativa, perché un impianto cocleare funzioni bene, che l'ipoacusia sia cocleare e non retrococleare, perché se il nervo ha poche fibre trasporterà poche informazioni.

La scarica neurale sta dietro lo stimolo a 500 Herz, la chiocciola ha una sua codifica sequenziale: i suoni gravi vanno verso l'apice della chiocciola e lì avremo delle stimolazioni di bassa frequenza, ma lì funziona la scarica neurale normale, per frequenze più alte, per suoni più acuti, è un'altra la teoria, che è quella delle raffiche di scarica, il concorso di più fibre nervose che si mettono insieme e formano una squadra e lavorando tutti insieme riescono a trasportare frequenze più acute e informazioni più complesse.

Se aumenta troppo la frequenza di stimolazione arrivo a una soglia nella quale il nervo del paziente non mi sta dietro e non riesce a trasportare l'informazione che gli voglio dare, l'importanza del mappaggio dove capire la situazione sensoriale e neurologica del paziente quanto può assorbire l'informazione e non devo saturare il tutto. Quindi la difficoltà di ascoltare la musica e segnali acustici che sono più difficilmente rappresentabili, ma nonostante ciò l'impianto cocleare funziona benissimo per tutta una serie di fattori che vanno al di là degli aspetti strettamente tecnologici, ma che riguardano quella che è sostanzialmente la capacità, la riserva cognitiva e le potenzialità cognitive del soggetto.

Nei pazienti piccoli, come i bambini, il connettoma si forma con l'impianto cocleare, quindi va bene quello.

Se io vado a impiantare un paziente diventato sordo, post- verbale, creo delle difficoltà perché questo paziente ha già un suo connettoma al quale io devo adattarmi e qui non è molto facile, ci sono situazioni diverse tra i piccoli pazienti e gli adulti. Qui c'è una carrellata delle principali aziende presenti sul mercato mondiale, anche se si affaccia qualche altra grande che va al di là di queste rappresentate in slide. Le più note sono queste, le ho messe in ordine alfabetico, la strategia di stimolazione elettrica è molto valida. Si vede l'evoluzione dai primi anni 90 fino a oggi. I processori vocali erano delle scatole all'inizio e sono diventati retroauricolari fino agli ultimi processori più recenti rappresentati sulla destra. Attualmente questa è la stessa evoluzione per la nota azienda Cochlear, che è stata una delle prime ad avere un certo mercato a livello mondiale, a promuovere questo tipo di terapia per la sordità profonda, infatti aveva un prodotto molto valido.

Anche qui la evoluzione è la stessa di prima, però ci sono dei prodotti che sono processori non retroauricolari ma si applicano sulla mastoide e si sostengono con la

forza del magnete interno collocato sullo stimolatore, sono questa specie di oggetti come se fossero una moneta di un certo spessore che per certi pazienti sono preferibili.

Vediamo l'azienda Medel, di assoluta affidabilità, che ha prodotti di altissimo livello.

Un altro aspetto implementato negli ultimi anni è quello di potere eseguire in questi pazienti portatori di impianto cocleare l'immagine con la risonanza magnetica, avendo lo stimolatore impiantato, si crea una interazione con la macchina che effettua la risonanza perché c'è un fortissimo campo magnetico e si potrebbero creare delle correnti pericolose o una dislocazione del sistema, addirittura.

Oggi i ricevitori - stimolatori degli impianti cocleari permettono di fare la risonanza magnetica. Questa di cui alla slide è un'altra azienda, Oticonmedical, era francese, ma oggi ha cambiato nome rispetto a come si chiamava in Francia. Il centro di produzione era in costa azzurra, dagli anni 90 si è cominciato ad impiantare questi dispositivi.

Oggi l'azienda è stata rilevata come settore impianti cocleari dall'azienda Cochlear, e questi pazienti saranno seguiti dalla Cochlear che aggiornerà i dispositivi e troverà una compatibilità.

Queste sono le 4 aziende principali presenti sul mercato oggi. Cosa dire sugli sviluppi futuri? Si è parlato della connettività e si è lavorato sulla connettività di diverso livello, ci sono diverse piattaforme che si occupano della connettività.

A parte che ormai i processori degli impianti cocleari hanno a bordo comunque dei ricetrasmittitori sia bluetooth che wifi sulle microonde e si possono collegare con diversi dispositivi che emettono l'audio, in primis con lo smartphone, o con l'audio della televisione, o con altre sorgenti, ma qui si va oltre perché si consente ai portatori di protesi acustiche e soprattutto di impianto cocleare, di potere ricevere dei segnali in modalità broadcast. Quando ho un soggetto che emette delle informazioni tutti coloro che portano un processore vocale di impianto cocleare si possono collegare e ricevere delle informazioni, il numero è illimitato, non c'è un limite di ricevitori, possono collegarsi un numero enne - infinito - di persone. Questo si può verificare su un'aula, come siamo qua adesso, si può verificare su un padiglione, si può verificare su intere aeree ospedaliere, non c'è limite, è un sistema che funziona con la rete wifi già instaurata nella struttura presente, si inserisce in modo molto facile, è un sistema modulare molto flessibile.

Ce ne sono diversi, sicuramente Auracast è una tecnologia implementata sui processori Cochlear, è già presente ma non ancora funzionante, dovrebbe diventarlo in breve tempo.

Poi c'è un sistema sperimentato da Medel, che è Jacoti - Lola, un'altra tecnologia ma la filosofia è la stessa.

E poi c'è un sistema che vedete in alto che richiede una centralina con la quale ci si collega alla rete wifi presente e ci si inserisce per trasmettere l'informazione, e si può determinare poi in quale area o aree e in un contesto di una conferenza - congresso l'utente che riceve, utilizzando sempre lo smartphone che fa da collegamento fra la rete wifi e il processore dell'impianto cocleare, ha una specie di tasto virtuale schiacciando il quale può intervenire nella discussione, nel contesto, come se avesse in mano un microfono senza fili quando si fanno gli interventi nelle aule congressuali, naturalmente c'è una app.

Alcuni di questi sistemi ci verranno spiegati più avanti nella giornata, sono sistemi non solo broadcast ma anche interattivi bidirezionali.

Un altro sviluppo al quale si è assistito in questi anni è la chirurgia robotica dove esistono delle apparecchiature con il vantaggio di rilevanza robotica, precisione dell'inserimento stimolatore nella cocleostomia, accesso alla rampa timpanica. È molto importante il posizionamento degli elettrodi, dove lo vado a collocare lungo la coclea, perché c'è una relazione con le frequenze con le caratteristiche dei suoni che vado a proporre, suoni codificati con segnali elettrici, che vado a proporre al soggetto ipoacusico.

Devo dare un prodotto che abbia qualcosa di attinente con la fisiologia cocleare, il posizionamento dell'elettrodo deve essere il più sintonizzato possibile con la fisiologia cocleare presente. La scelta dell'elettrodo è determinante, la precisione dell'inserimento, quando questa precisione è affidata a un robot raggiunge dei livelli molto elevati. Addirittura c'è una apparecchiatura di produzione svizzera, che ci fa saltare il tempo della mastoidectomia, utilizzando una sorta di trapano /trivella. Viene studiato un percorso che a partire dalla superficie della mastoide arriva direttamente sulla finestra rotonda senza interferire con vasi, nervi, strutture delicate che devono essere rispettate. Questa chirurgia è molto innovativa, la premessa è quella di avere uno studio per immagini con la tac, elaborato in modo digitale con i riferimenti anatomici con dei riferimenti geometrici e volumetrici anatomici, si studia un percorso diretto dalla superficie mastoidea alla finestra rotonda, e quindi in termini di precisione e sicurezza. Altro sviluppo futuro: la possibilità di introdurre farmaci nella coclea o

cellule staminali o terapia genica, c'è una compatibilità con l'utilizzo di farmaci neurotrofici riparativi di certe funzioni cocleari. Dei ricevitori - stimolatori contengono una quantità di farmaco - prodotto che possa servire allo specifico paziente che possono essere rilasciati lentamente nel tempo, nel corso di un certo tempo, o possono essere ricaricati come dispositivi con un altro farmaco o una dose dello stesso principio attivo. Un'altra cosa molto importante che integra la stimolazione elettrica codificata del nervo acustico con un intervento riparativo che può essere effettuato con terapia genica o con cellule staminali. Un altro sviluppo futuro molto importante è un impianto cocleare totalmente impiantabile, sempre più la presenza del processore all'esterno, non a bottone ma tutto all'interno.

Ci sono varie soluzioni che le aziende stanno studiando, siamo già in una fase operativa, alcuni pazienti hanno già ricevuto questo tipo di device, che è in una fase di studio 2, dei pazienti l'hanno ricevuto per essere studiati nei risultati e negli effetti.

Le principali caratteristiche, senza entrare nel particolare di una azienda piuttosto che l'altra, alcune filosofie utilizzano le strutture dell'orecchio medio come parte del microfono. Quindi il trasduttore (tecnologia che è già stata vista per un altro tipo di sordità, non per stimolatori elettrici) il microfono può utilizzare i movimenti della membrana timpanica e la parte circuitale è ridotta al minimo, l'elettrodo viene fatto scorrere lungo la catena e entra nella finestra rotonda. La batteria è posta dove si collocava il ricevitore - stimolatore classico, e ovviamente deve essere ricaricata perché ci vuole l'energia per tutto, viene caricata da un induttore esterno. Una possibilità è quello di ricaricarlo di notte o in certe ore in cui non devo riposare o fare attività, ma si può indossare un processore vocale retroauricolare che è compatibile il quale trasferisce l'energia con la sua antenna, quindi per un paio d'ore posso ricaricare la parte interna con un retroauricolare, molto duttile e versatile, come caricare lo smartphone.

Un'altra azienda non utilizza le strutture dell'orecchio medio. La Medel ha messo a punto un microfono sottocutaneo, che richiede ovviamente delle equalizzazioni particolari, a livello mastoideo c'è un microfono sottocutaneo.

Questi sono gli studi, la fase 2 è iniziata nel 2024, dovrebbe durare circa 3 anni, dovremmo vedere, se approvati e disponibili, i primi impianti cocleari totalmente impiantabili nel 2027.

Medel sicuramente è una delle aziende che è più avanti su questa ricerca.

Mi scuso perché sono andato lungo, ma mi sono fatto prendere la mano, questa è la nostra storia: nel 1993 avevamo tenuto un corso sugli impianti cocleari al padiglione

Moneta che è stato abbattuto, dove sta crescendo ora un modernissimo ospedale, che speriamo di avere pronto nel 2025.

Il prof. Del Bo che spiegava e aveva fatto l'intervento in diretta dalla sala operatoria dell'Aula magna, se ne occupò anche il Corriere della Sera con questo articolo. C'era il prof. Zaghis, il prof. Umberto Ambrosetti un po' più giovane con i baffi, e io già allora mi occupavo di segnali elettrici oltre che dei pazienti naturalmente, perché l'aspetto più importante non è tanto la fisica, ma avere un rapporto veramente umano con il paziente e cercare di aiutarlo, applicando in modo umano la tecnologia perché l'importante è sempre l'uomo, fortunatamente, ancora oggi e speriamo che continui a esserlo. Grazie.

**Diego Zanetti** - visto che è stato citato, chiamiamo il prof. Umberto Ambrosetti.

### **Prof. Umberto Ambrosetti**

Grazie all'a.l.f.a., di cui mi onoro di essere Consigliere, porto un saluto del Pio Istituto dei Sordi, antica istituzione milanese che si è sempre occupata di educazione e supporto ai sordi. Quest'anno compiamo il 170esimo anno della fondazione.

L'Impianto Cocleare elettrico (ICe) nel tempo è stato implementato con nuove funzioni e migliorato nelle sue prestazioni; i primi modelli presentavano la forma di una scatola, della dimensione di un pacchetto di sigarette, collegata tramite un lungo filo al microfono e all'antenna; in pochi anni l'IC è stato rimpicciolito, assumendo la forma e la dimensione di un apparecchio acustico retroauricolare, connesso tramite un corto cavetto all'antenna o tutto l'ICe è stato inserito in un bottone che si fissa magneticamente al capo. Lo sviluppo industriale ha già realizzato l'ICe completamente impiantabile dotato di fonte energetica ricaricabile tramite induzione elettrica transcutanea. Questa soluzione, tuttavia, non è ancora largamente utilizzata, in quanto molti sono ancora i problemi da risolvere, in particolare quello relativo al microfono che, essendo posto sottocute, non è ancora in grado di trasferire il segnale acustico in modo fedele.

L'udito fornito dall'ICe presenta tuttora dei limiti relativi alla comprensione verbale in ambienti rumorosi e questa limitazione è dovuta all'ampia diffusione della corrente elettrica erogata da ciascun elettrodo posto nella rampa timpanica ove è presente un liquido elettrolitico (perilinfia) in cui la corrente si propaga in maniera eccessiva e quindi non selettiva. Fig.1

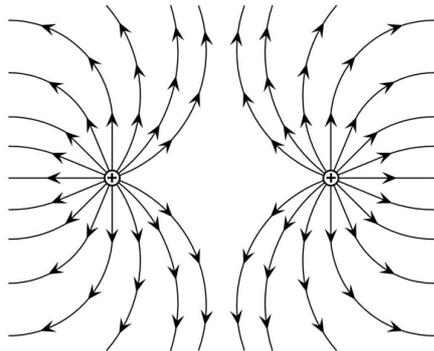


Fig 1 Elettrodi troppo vicini causano la sovrapposizione dei campi elettrici provocando una riduzione della selettività dell'informazione

Per ovviare a questo problema, è stata adottata la stimolazione multipolare e il posizionamento perimodiolare dell'elettrodo, ma questo ha prodotto un miglioramento relativo.<sup>1</sup>

Ben più interessante sono le possibilità, in fase di studio e sviluppo, di sostituire lo stimolo elettrico con un'altra fonte energetica: la luce. La necessità di trovare un tipo di stimolo differente dipende dal fatto che negli attuali ICe il campo elettrico prodotto da ciascun elettrodo non deve sovrapporsi a quello vicino, per cui il numero massimo di elettrodi è pari a 22.

L'orecchio normale processa le informazioni sonore fornendo un'eccellente risoluzione frequenziale mentre nell'ICe queste sono limitate rendendo difficile la percezione della conversazione e della musica in ambiente rumoroso.<sup>2</sup>

Nel 2006 è stato scoperto che le cellule del ganglio di Corti, situate nel canale di Rosenthal, e le fibre nervose del nervo acustico potevano essere stimulate anche dall'energia luminosa pulsata nell'ambito della frequenza dell'infrarosso (2.120 nm), nota come **stimolazione fototermica**.<sup>3</sup> Fig.2

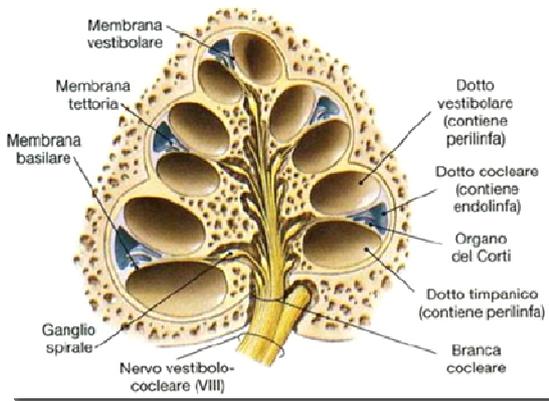


Fig. 2 Immagine di coclea sezionata in cui si vedono le cellule del ganglio di Corti

Questa importante scoperta ha aperto la possibilità di superare il limite di 22 punti di stimolazione della coclea.<sup>4-5</sup>

Dalle alghe verdi, nel 2014, è stata estratta una proteina fotosensibile (*channelrhodopsin*) sintetizzata dal gene CatCh, che svolge la funzione di fotorecettore.

Questo gene vegetale, legato ad un adenovirus, utilizzato come vettore, è stato iniettato nella coclea di un ratto rendendo così le fibre delle cellule del ganglio spirale fotosensibili (**stimolazione optogenetica**) e regolando il flusso di ioni nelle membrane cellulari permettendo l'apertura dei canali ionici in risposta alla luce blu.

Poiché la luce può essere confinata nello spazio meglio rispetto alla corrente elettrica, questo stimolo è stato ipotizzato possa essere una valida alternativa alla stimolazione elettrica<sup>4</sup> per disporre di un numero più elevato di punti stimolanti, che non vadano a sovrapporsi, annullando la loro specificità.

Tuttavia, la posizione dei corpi cellulari del ganglio di Corti che sono localizzati nel nucleo osseo della coclea rende piuttosto difficile la diffusione dei vettori virali. Fig 2

La **terapia optogenetica** si basa su tre componenti:

- a) vettore virale
- b) modalità di somministrazione
- c) agente fotosensibilizzante quale la rhodopsina (ChR) e le sequenze ausiliarie come trasgeni.

La ricerca dei vettori virali più adatti si è concentrata sui virus adeno-associati ricombinanti che sono innocui perché carenti di replicazione e vengono

opportunamente modificati perché non si integrino nel DNA dell'ospite.<sup>6-7</sup> Essi vengono iniettati nella scala timpanica a pressione moderata. È stato studiato quale possa essere il momento migliore per effettuare l'iniezione intracocleare e si è concluso che l'iniezione post-natale precoce di vettori virali risulta migliore, rispetto a quella effettuata in età adulta.

L'intensità dello stimolo luminoso può essere modificato in due modi: variando l'ampiezza o la durata degli impulsi luminosi. È stato dimostrato dalle registrazioni dell'attività del mesencefalo che la selettività spettrale della stimolazione optogenetica supera quella della stimolazione elettrica.<sup>8-9-10</sup>

La rodopsina (CatCh), una variante di ChR2, presenta una desensibilizzazione della fotocorrente meno pronunciata rispetto a ChR2 e, di conseguenza, una maggiore fotocorrente stazionaria.<sup>11</sup> Tuttavia la stimolazione ottica ad alta frequenza ed ad alta intensità comporta il rischio di fototossicità; questo rischio può essere ridotto dall'utilizzo della luce rossa, molto meno fototossica della luce blu. Deve essere ancora studiata ed indagata con precisione l'innocuità di questa manipolazione genetica e verificata la permanenza dell'effetto fotosensibilizzante sulle fibre nervose.<sup>4</sup>

Questa innovativa scoperta è stata sviluppata in Germania presso l'Istituto di Audiologia e Neuroscienze di Göttingen; il nuovo **impianto cocleare ottico (ICo)** con 150 punti Led, inserito nella coclea di roditori udenti e sordi è in grado di evocare valide risposte elettriche prodotte da uno stimolo uditivo chiaramente registrabile dai nuclei del tronco encefalo (ABR e MLR) e durature.

L'ICo nei suoi componenti è simile all'ICe: è costituito da un processore vocale, da bobine di trasmissione e da un involucro di titanio da cui esce l'array stimolatore ottico.

Si è pensato di utilizzare come fonte di illuminazione l'energia monocromatica, puntiforme generata da **microled** in grado di stimolare efficacemente il nervo acustico. Questa tecnologia presenta però delle difficoltà come la chiusura ermetica dei microled con materiale trasparente e flessibile e l'utilizzo della luce blu.

Un'alternativa al precedente generatore è il **diodo laser posizionato in un alloggiamento in titanio sigillato** ermetico, la cui luce è veicolata alla coclea grazie a fibre ottiche collegate al contenitore in titanio.<sup>7</sup>

La guida d'onda deve essere molto flessibile per essere inserita nella coclea umana che ha un raggio di curvatura di 2,5 mm. La perdita di curvatura ottica aumenta esponenzialmente con la diminuzione del raggio di curvatura. Per ovviare a questo

problema, l'indice di rifrazione deve essere elevato, ma così facendo si ha una perdita di diffusione.<sup>12</sup>

Le fibre ottiche devono essere biocompatibili, durevoli e sufficientemente flessibili da avvolgersi al modiolo, caratteristica difficile da ottenere con le tipiche fibre di vetro e come alternativa si stanno studiando fibre polimeriche. Il loro modulo elastico è significativamente inferiore permettendo guide d'onda planari di dimensioni micrometriche.<sup>13</sup>

In futuro dovranno essere affrontati e risolti i seguenti punti:

- devono essere verificati con studi elettrofisiologici e con reazioni comportamentali in vivo la fattibilità tecnologica e il confronto i risultati con quelli forniti dall'IC;
- andranno ottimizzati i fattori optogenetici ChR e i loro metodi di somministrazione, per migliorare la loro efficacia e sicurezza;
- dovrà essere sviluppare il processore e la strategia di codifica ottica;
- occorrerà un'attenta valutazione preclinica della biosicurezza e della stabilità della stimolazione optogenetica delle cellule del ganglio di Corti, verificando la stabilità e la specificità della trasduzione optogenetica, valutando le risposte immunitarie, indagando la potenziale fototossicità e determinando la durata della funzione dell'ICo.

Un approccio alternativo è quello di creare un **impianto cocleare ibrido** cioè elettrico ed ottico, utilizzando una channelrhodopsina (ChR) lenta che viene utilizzata per stimolare le cellule ganglionari con stimolo ottico sottosoglia e una corrente con elevata precisione temporale che stimola la cellula ganglionare sottosoglia.<sup>14</sup>

Il vantaggio di un approccio ibrido è quello di ottenere una capacità di stimolazione spaziale con una stimolazione singola simile all'ICo e, in caso di fallimento, della stimolazione ottica si può utilizzare quella elettrica.

Si ritiene che il primo studio sull'uomo di un impianto cocleare ottico ICo possa essere programmato per il 2026.

Una recente pubblicazione segna un passo avanti verso una nuova generazione di impianti cocleari attivabili con la luce in grado di superare i limiti ICe attualmente in uso.

I ricercatori dell'Institute for Bioengineering of Catalonia (IBEC) in Spagna, in collaborazione con lo University Medical Center di Göttingen (Germania), il CIBER-BBN (Spagna) e l'Institute for Advanced Chemistry of Catalonia del CSIC (Spagna) hanno sviluppato, per la prima volta, un **agente farmacologico** controllabile con la luce e in grado di fotoattivare i neuroni uditivi di mammiferi.<sup>15</sup>

Questa molecola, sintetizzata dal chimico farmaceutico Carlo Matera dell'IBEC attualmente ricercatore presso il Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Milano, denominata **TCPfast**, è in grado di legarsi covalentemente a un recettore neuronale e di funzionare come una protesi molecolare che trasforma i normali neuroni uditivi in neuroni in grado di attivarsi con la luce.

Il TCPfast è stato progettato per poter essere attivato con luce blu e dopo aver testato questa molecola *in vitro* su neuroni ippocampali, sono stati condotti esperimenti in vivo su gerbilli. Questi esperimenti hanno permesso di verificare che quando TCPfast viene colpito da luce blu è in grado di indurre un segnale nei neuroni della coclea. Questa molecola potrebbe contribuire in futuro a migliorare la risoluzione spettrale degli impianti cocleari. Si tratta della prima volta in cui un risultato del genere viene ottenuto adottando una strategia farmacologica e non genetica.

## **Bibliografia**

1. Kral A, Hartmann R, Mortazavi D, Klinke R. 1998. Spatial resolution of cochlear implants: the electrical field and excitation of auditory afferents. *Hear. Res.* 121(1-2):11-28
2. Hunniford V, Kühler R, Wolf B, Keppeler D, Strenzke N, Moser T. 2023. Patient perspectives on the need for improved hearing rehabilitation: a qualitative survey study of German cochlear implant users. *Front. Neurosci.* 17:1105562
3. Khurana L, Harczos T, Moser T, Jablonski L. Review En route to sound coding strategies for optical cochlear implants. *iScience* 26, 107725, October 20, 2023
4. Izzo AD, Richter C-P, Jansen ED, *et al.* Laser stimulation of the auditory nerve. *Lasers Surg Med* 2006;38:745-53.

5. Rajguru SM, Richter C-P, Matic AI, *et al.* Infrared photostimulation of the crista ampullaris. *J Physiol* 2011;589(Pt 6):1283-94.
6. Wrobel C, Dieter A, Huet A, *et al.* Optogenetic stimulation of cochlear neurons activates the auditory pathway and restores auditory-driven behavior in deaf adult gerbils. *Sci Transl Med.* 2018 Jul 11;10(449):eaao0540.
7. Huet A, Mager T, Gossler C, Moser T. Toward. Optogenetic Hearing Restoration. *Annu. Rev. Neurosci.* 2024. 47:103–21
8. Dieter, A., Duque-Afonso, C.J., Rankovic, V., Jeschke, M., and Moser, T. (2019). Near physiological spectral selectivity of cochlear optogenetics. *Nat. Commun.* 10, 1962.
9. Dieter, A., Klein, E., Keppeler, D., Jablonski, L., Harczos, T., Hoch, G., Rankovic, V., Paul, O., Jeschke, M., Ruther, P., and Moser, T. (2020). mLED-based optical cochlear implants for spectrally selective activation of the auditory nerve. *EMBO Mol. Med.* 12, e12387.
10. Hernandez VH, Gehrt A, Reuter, K., Jing, Z., Jeschke, M., Mendoza Schulz, A., Hoch, G., Bartels, M., Vogt, G., Garnham, C.W., et al. (2014). Optogenetic stimulation of the auditory pathway. *J. Clin. Invest.* 124, 1114–1129.
11. Kleinlogel S, Feldbauer K, Dempski RE, Fotis H, Wood PG, et al. 2011. Ultra light-sensitive and fast neuronal activation with the Ca<sup>2+</sup>-permeable channelrhodopsin CatCh. *Nat. Neurosci.* 14:513–18
12. Eriksson D, Schneider A, Thirumalai A, Alyahyay M, de la Crompe B, et al. 2022. Multichannel optogenetics combined with laminar recordings for ultra-controlled neuronal interrogation. *Nat. Commun.* 13(1):985

13. Helke C, Reinhardt M, Arnold M, Schwenzer F, Haase M, et al. 2023. On the fabrication and characterization of polymer-based waveguide probes for use in future optical cochlear implants. *Materials* 16(1):106
14. Hart WL, Richardson RT, Kameneva T, Thompson AC, Wise AK, et al. 2020. Combined optogenetic and electrical stimulation of auditory neurons increases effective stimulation frequency-an in vitro study. *J. Neural Eng.* 17(1):016069
15. Garrido-Charles A, Huet A, Matera C, Thirumalai A, Hernando J, Llebaria A, Moser T, Gorostiza P. Fast Photoswitchable Molecular Prosthetics Control Neuronal Activity in the Cochlea. *J. Am. Chem. Soc.* 2022, 144, 9229-9239

**Diego Zanetti** - il sottotitolo di questo convegno è: "Sguardo al futuro" e credo che sia il prof. Enrico Fagnani che il prof. Umberto Ambrosetti ci hanno dato un primo flash sul futuro della riabilitazione uditiva, il cambio di tecnologia che ci dovrà essere.

**Giovanni Barin** - c'è un QR per eventuali domande, fotografandolo si apre un format di Google, se volete fare domande noi le leggiamo e poi le diamo ai relatori.

**Umberto Ambrosetti** - Spererei che qualche giovane audiologo, armato dalla volontà di sviluppare la ricerca e lanciarsi nel futuro, sostenuto dall'Università, dall'Ospedale e da tutte le associazioni di cui io mi vanto di essere consigliere, possa finanziarlo perché questa è una strada reale, percorribile.

### **Prof. Diego Zanetti**

Abbiamo anche i nostri specializzandi che seguono oggi il convegno, per cui questo messaggio è anche per loro.

Ci sarebbe il Coffee Break, siamo notevolmente in ritardo, cerco di compattare la mia prossima presentazione perché abbiamo visto le tecnologie cosa ci possono dare, godiamoci per ora i risultati che otteniamo con l'impianto cocleare attuale.

Quindi questa presentazione in pratica la si può tradurre in “risultati attuali di impianti cocleari”. E cerchiamo eventualmente di recuperare un po' di tempo.

Se la tecnologia ci assiste e il video parte, potete vedere due bambini, uno dei due ha un impianto cocleare e vi sfido a individuare quale dei due bambini è udente. Probabilmente chi ha il sistema wifi connesso al proprio apparecchio acustico o impianto cocleare sente il messaggio, ma l'aula non funziona come microfoni, è difficile sentire per chi non ha un device a percepire questo colloquio tra i bambini che comunicano, giocano nella scuola materna allo stesso livello, uno con l'impianto cocleare e uno senza, normoacusico e questo è il risultato più evidente dell'impianto cocleare che, come avete visto, non può dare la cortecchia uditiva, stimola l'apparato sensoriale, lo sostituisce e permette al cervello di avere una informazione acustica, ma non può sostituire il cervello ovviamente. Quindi se teniamo conto che esiste un periodo critico del nostro sviluppo dell'apparato uditivo, noi dobbiamo sfruttare questa informazione acustica attraverso l'impianto cocleare in questo periodo critico. Si stima che sia di due anni, quindi bambini nati sordi devono essere sottoposti a impianto cocleare entro i primi due anni, possibilmente addirittura entro il primo anno di vita e possibilmente in tutte e due le orecchie. Se passa troppo tempo, da questa curva potete vedere che potrebbe essere intorno all'età di 10 anni il limite massimo, ma non lo sappiamo, in realtà ci sono casi che contraddicono questa ipotesi, dopo i 10 anni l'area cerebrale è stata destinata ad altre funzioni, quindi non è più possibile invertire il processo, salvo rari casi con determinati prerequisiti. E mi piace fare vedere questa slide che mostra come in nero è lo sviluppo normale dell'udito, c'è la nascita e c'è la terapia precoce, la terapia tardiva. Se l'arresto dello sviluppo avviene addirittura durante la gravidanza, linea gialla, significa che avremo pochissime possibilità di avere uno sviluppo normale, salvo una attivazione precoce alla nascita. Se avviene con un evento perinatale, linea rossa, quindi se succede qualcosa alla nascita, una ipossia al parto o una infezione subito dopo, dovremo agire altrettanto velocemente. Le linee tratteggiate sono la possibilità di recupero con un intervento immediato. Se l'adulto, linea azzurra, perde l'udito, improvvisamente o progressivamente, ancora una volta potremo recuperare la funzione quanto prima interveniamo.

Quindi da tutto questo discorso capite che la precocità dell'intervento è essenziale. Ecco perché sono state sviluppate linee guida in ambito pediatrico per cui attualmente abbiamo l'obbligo di confermare la diagnosi di sordità entro i tre mesi, ed adottare i presidi necessari, protesi acustiche, stimolatori di vario tipo, rieducazione logopedica intensiva, e sottoporre a un follow-up questi bambini fin dalla tenera età per arrivare eventualmente all'impianto cocleare entro i 12 mesi di vita. Nell'adulto la stessa cosa:

ottenere tutte le informazioni necessarie sul profilo della perdita uditiva, sulla causa e sul profilo del paziente. Instaurare immediatamente una riabilitazione e arrivare eventualmente all'impianto cocleare se la riabilitazione con apparecchi acustici non è soddisfacente. Oggi giorno l'imaging è strabiliante, noi vediamo le scale timpaniche vestibolari e vediamo i dettagli del nervo acustico, e vediamo la possibilità di espandere le indicazioni anche a forme di sordità che non erano candidabili ad impianti cocleari come quelli riportati in rosso o verde in questa slide, le cosiddette "pendenze molto ripide" dove sono stati persi i toni medi e acuti e sono stati conservati quelli alti, e le protesi acustiche non possono dare beneficio, e sorgono problemi anche etici di indicazione: quando in una sordità progressiva decidiamo di mettere un impianto e abbandonare gli apparecchi acustici? O nelle forme asimmetriche, il quesito va valutato singolarmente su ogni paziente. Sono 30 anni che facciamo impianti cocleari, la soglia uditiva preoperatoria che qui vedete in rosso, non vuole dire orecchio destro o sinistro, ritorna a un udito a 30 - 40 decibel, nei casi migliori a 20 o a 15, dipende dalle regolazioni che facciamo. L'ascolto e la comprensione delle parole è un processo progressivo, non è immediato, è un imparare di nuovo a ascoltare e a capire le parole che sono due cose diverse. In genere un paziente adulto che perde l'udito nell'arco di un anno di riabilitazione riesce a ottenere almeno un 70 - 80% di riconoscimento delle parole bisillabiche e frasi intere, questi sono i test che utilizziamo, i risultati non sono uguali per tutti, ci sono tante variabili, e possiamo dire che le categorie che beneficiano maggiormente dell'impianto cocleare sono i bambini impiantati precocemente, soprattutto se bilaterali.

Poi gli adulti post-verbali e gli anziani, li metterei insieme perché l'anziano ha lo stesso risultato dell'adulto, e poi cominciano a evidenziarsi problemi con i bambini che hanno disabilità associative, con adulti che hanno situazioni anatomiche come ossificazioni post-meningite o malformazione e i peggiori risultati sono negli adulti pre-verbali che non hanno condizioni verbali per ottenere una stimolazione efficace a livello corticale.

Quindi noi abbiamo come Centro impianti cocleari, come tutti i centri, l'obbligo di individuare tutte le caratteristiche di ogni paziente, adulto o bambino, e raggiungere per ogni paziente il migliore risultato possibile.

Non tutti saranno degli "star patient". La chirurgia è mini-invasiva, conservativa e il momento fondamentale è l'inserimento dell'elettrodo, che deve salvaguardare le strutture anatomiche anche alla luce degli sviluppi futuri, e deve consentire la stimolazione efficace dell'organo cocleare che ha già fatto vedere il prof. Enrico Fagnani.

Abbiamo misure intraoperatorie di verifica dell'efficacia della trasmissione dell'impulso, registrando le risposte del nervo, poi abbiamo una verifica radiologica post- operatoria, anche qui la radiologia è avanzata e ci aiuta ed abbiamo la possibilità di ricostruire la mappa sulla base di quello che ci dice la radiologia, possiamo attribuire una banda di frequenze e personalizzare la mappa del paziente, mappa che è un equalizzatore dello stereo in cui ogni singolo canale viene fatto in base ai test e alla presenza delle logopediste e audiometriste. Il connettoma uditivo, per avere un risultato adeguato, bisogna che la coclea anatomicamente sia normale e che il sistema nervoso centrale sia ancora attivo, plastico, tale da potere accettare la nuova stimolazione.

Naturalmente ci sono tutta questa serie di fattori che possono influire sul risultato dell'impianto. È compito del team valutare tutti questi fattori, fare l'inventario, e chi fa l'attivazione e il fitting deve avere tutte le conoscenze necessarie che sono state mostrate prima, tecnologiche, sulla modifica del suono, deve conoscere il paziente, tutte le sue caratteristiche, e anche il profilo psicologico e le motivazioni. Naturalmente utilizziamo le tecnologie più affidabili, le ditte sono in continuo aggiornamento, ed ogni anno abbiamo nuove innovazioni, e noi sposiamo il paziente per tutta la vita perché non abbandoneremo mai un paziente come succede purtroppo in alcune sedi ospedaliere dove fanno 2 - 3 impianti all'anno, o altri centri dove mettono l'impianto cocleare, e poi non si fanno carico di tutte le problematiche che poi possono sopravvenire con ogni singolo paziente.

Ringrazio il mio team del Centro impianti di Milano, perché i risultati dipendono da tutto il team, e non solo dal chirurgo. Insieme si ottiene di più, lavorando insieme, in slide vedete il risultato di una bambina, non so se c'è la mamma che ci ha consentito di mostrare questo video, cinque mesi dopo l'impianto bilaterale. Vedete, la bambina cerca di imitare il suono che la mamma le fa sentire, è il processo normale della lallazione, della produzione del linguaggio basato sull'ascolto, ma guardate tre anni dopo l'impianto:

# ma voi riderete per quello che farò! Ciao! # (la bimba canta la canzone di Pippi Calzelunghe).

La bambina è una bambina normoudente dopo tre anni, quando comincerà la scuola probabilmente avrà qualche difficoltà di ascolto, ma questa bambina non ha problemi neanche a scuola, ci sarà chi la segue, sono bambini che apprendono incidentalmente senza guardare l'insegnante, l'ascolto è naturale per loro, questo è l'obiettivo.

Ci sono tutta una serie di novità: per esempio la possibilità di fare la risonanza magnetica e di fare una vita normale in acqua, e la possibilità di connettersi in wireless.

Oggi abbiamo la dimostrazione della connettività attuale, importante per i nostri giovani con tutti i sistemi disponibili. Sull'estetica stanno lavorando, sull'imaging l'abbiamo visto. La discriminazione frequenziale non è uguale a quella dell'udito naturale, ci sono limiti fisici negli elettrodi, è difficile apprezzare la melodia della musica, si apprezza il ritmo con l'impianto ma non la melodia, a meno che non sia già conosciuta. Ci sono limiti fisici che creano difficoltà nell'ascolto nel rumore, ma questo vale anche per le protesi acustiche. Infine l'estetica: sono ancora troppo grossi, ma è imminente il lancio dell'impianto cocleare totalmente impiantabile.

C'è una controindicazione all'impianto cocleare che è l'assenza dei nervi acustici, perché non esiste il filo che può trasmettere l'impulso dall'impianto al cervello in tal caso. E poi c'è la frontiera come vi dicevo all'inizio dell'introduzione, i pazienti difficili: questo sono il vero scoglio che dobbiamo oggi affrontare: sordociechi, disabilità mentali, disturbi dell'integrazione uditiva, difficoltà di apprendimento, associati spesso alla prematurità o al basso peso alla nascita, o eventi perinatali o sindromi. Queste sono le cause che portano alla presenza di disabilità associate. In questi casi allora avremo un ritardo diagnostico, un ritardo dell'inizio della riabilitazione, una maggiore età all'impianto, la riabilitazione è più complessa per il team, e i progressi sono sicuramente più lenti e non arriveranno mai a essere paragonabili ai progressi nel bambino sano che non ha altre disabilità, che ha il deficit, la mutazione nella connessina 26, ci sono problemi di attenzione, di ipersensibilità e stimolazioni adeguate, bisogna stare attenti al fitting e alla stimolazione che diamo e gli obiettivi sono limitati, ci aiuta la musicoterapia e c'è la musicoterapeuta che fa un ottimo lavoro in questo senso, ma l'apprendimento deve essere accompagnato dal neurosviluppo emotivo, bisogna lavorare sugli aspetti emotivi e sulla socializzazione di questi bambini, perché con fatica si riesce a ottenere, con fatica, un parziale sviluppo del linguaggio, questi sono tutti i miglioramenti in corso negli impianti cocleari.

Cosa migliorare? È la domanda che lascio alla tavola rotonda del pomeriggio quando ascolteremo le vostre domande e suggerimenti su cosa si può migliorare.

Concludo con questa vignetta abbastanza sconfortante che dice questo: il paziente sulla sinistra dice al dottore: "Scusi, dottore, questo non è un apparecchio acustico, è una scatoletta di plastica da cui esce un filo". Il dottore risponde: "Tu non hai i soldi per pagare l'impianto cocleare, ma la gente vedendoti con l'apparecchio parlerà a voce più alta".

Un impianto cocleare corrisponde a un'ora di volo di questo aereo da combattimento o a una bomba laser che ha appena sganciato l'aereo, 40 impianti cocleari corrispondono

a un missile da crociera e il costo dell'aereo è di 1208 impianti. Spendete meno per la guerra e dateci più risorse per la riabilitazione uditiva, questo chiedo ai nostri politici.

Mi dicono che ci sono alcune domande.

Le legge l'architetto Giovanni Barin e vediamo chi risponderà.

**Giovanni Barin** (legge la domanda)- Perché l'impianto cocleare non aiuta molto per la musica? So che ci sono difficoltà nel sentire i suoni gravi? Non c'è un dispositivo che permetta di fare sentire l'onda del suono di 200 Hertz, sappiamo che la curvatura è lunga.

**Enrico Fagnani** (risponde) – è stato pensato sicuramente per la voce l'impianto cocleare che riconosce degli studi che erano stati fatti nei laboratori della Bell, e lo spettro vocale per comprendere le parole al telefono erano 300 - 3 mila. Esistono possibilità di mappare l'impianto per favorire l'ascolto della musica. Diciamo che chi non ha un connettoma già predisposto all'ascolto della musica rispetto a chi ha già ascoltato musica, può aver difficoltà.

Ma nei bambini piccoli che vengono impiantati entro l'anno di età sono molto più favoriti nella percezione e nella possibilità di fruire di un messaggio musicale perché si creano un connettoma che si produce ex novo con l'impianto cocleare per le basse frequenze. È vero l'impianto cocleare sotto i 300 hertz non scende, questo può essere un limite, ma si può fare un mappaggio ottimizzato per l'impianto cocleare.

**Umberto Ambrosetti** - Nei bambini ovviamente la plasticità cerebrale, la stimolazione, diciamo il messaggio trasmesso dall'impianto cocleare che è necessariamente ridotto, nel bambino è efficace se allenato alla musica, quindi è fondamentale a mio avviso inserire la musica precocemente nel bambino impiantato. Ricordiamoci che prima di parlare il genere umano ha inventato la musica, ha inventato il canto, quindi seguiamo questa antica metodica: canto, musica, parola, tutto ciò aiutato dalla musicoterapia che io ho sempre caldeggiato e mi onoro di avere la possibilità di avere in audiologia una musicoterapista. Ricordiamoci la grande musicoterapista che ha lavorato con il prof. Del Bo, la maestra Cremaschi che faceva cose incredibili con bambini sordi profondi protesizzati. Ringrazio il dottor Cattaneo qui presente che ha sostenuto la borsa di studio per la nostra musicoterapeuta.

**Giovanni Barin** - Per quanto riguarda l'ipoacusia neurosensoriale medio profonda ci sono possibilità di cura? Uso un impianto cocleare e una protesi acustica.

**Diego Zanetti** - A questa domanda risponderemo con una grossa novità che ci presenteranno il dottor Giorgio Lilli e la professoressa Federica Di Berardino.

**Giovanni Barin** - ultima domanda: ci sono novità sulla cura dell'acufene? - anche se non è nel programma del convegno-

**Enrico Fagnani** - sulla cura dell'acufene, al di là dell'impianto cocleare, sicuramente la terapia riabilitativa del tinnitus è una realtà consolidata, non si spegne dalla sera alla mattina un acufene, ma si va verso una condizione di lenta dissolvenza e di habituation, e il paziente non è più disturbato dall'acufene e migliora la qualità di vita, come dimostrato da strumenti questionari validati a livello nazionale.

L'impianto cocleare rappresenta una terapia per quei pazienti che hanno una sordità grave e profonda e hanno un acufene importante. Sicuramente un impianto cocleare può giovare molto anche per l'acufene e questo è un motivo in più per impiantare pazienti con sordità monolaterale dove in molti casi permane un acufene molto invalidante, è un motivo in più per suggerire un impianto cocleare monolaterale con l'altro orecchio funzionante e poi il sinergismo protesi acustiche con l'impianto cocleare, si può fare funzionare la stimolazione acustica insieme.

**Umberto Ambrosetti** - non esiste la terapia farmacologica dell'acufene. I colleghi danno cortisone a fiumi, è l'indicazione peggiore! Il cortisone è un dopante, uno stimolante, aumenta la pressione, causa più stress, sono più vigili. Noi abbiamo bisogno di tranquillizzare questi pazienti e tutti li eccitano! Nelle sordità improvvise, come ha detto il prof. Enrico Fagnani, c'è una grossa indicazione perché pazienti con sordità improvvisa con un acufene pesante, ci chiedono di tagliare il nervo per togliere l'acufene, non si può e non si deve fare perché se lo taglio aumenta l'acufene.

**Giovanni Barin** - Adesso Giulia Catalano ci presenta il suo lavoro di tesi di laurea e si presenta.

**Giulia Catalano** - Buongiorno a tutti, questo è il mio corto di animazione. Mi sono laureata alla Nuova Accademia delle Belle Arti di Milano. Questo corto rappresenta la storia della mia vita, dalla nascita fino a ora, mi sono laureata alla NABA a Milano e l'ho portata come tesi di progetto. Buona visione.

Giovanni Barin - grazie Giulia.

%video%

Adesso prego Vanessa Catanzariti di venire a presentare il suo libro: "Margot e il suono magico della sordità".

**Vanessa Catanzariti** - Sono Vanessa, ho 28 anni, vivo a Milano. Sono sorda dalla nascita, i miei genitori hanno scoperto che ero sorda all'età di 9 mesi e con gli anni che passavano la sordità diventava sempre più profonda, così a 12 anni ho fatto l'impianto cocleare e la mia vita da lì è cambiata perché ho scoperto nuovi suoni che prima non riuscivo a sentire.

Da bambina mi sentivo diversa perché ai tempi non si parlava tanto della disabilità. Oggi finalmente sono riuscita a pubblicare un libro per bambini in modo che comprendano e si sensibilizzino su questo tema, per fare conoscere il mondo della sordità, e magari anche a ridurre i pregiudizi che nascono dalla paura. Se i bambini capiscono che non c'è nulla da temere, il mondo sarà più inclusivo e saranno aperti alla disabilità. Questo libro spero che possa aiutare i bambini sordi a sentirsi meno soli e a essere più compresi. Spero vi piaccia questo libro, grazie.

Giovanni Barin - Grazie. Direi di proseguire. È il turno di Francesco Pavani che parla delle neuroscienze cognitive applicate alla tecnologia e alla riabilitazione.

Approfitto per fare un po' di pubblicità per a.l.f.a., l'associazione che oggi con Emilia Bonadonna, la nostra presidente impegnata in questo momento, è una associazione che aiuta e ha bisogno di essere aiutata, per cui qualsiasi persona che volete fare avvicinare alla associazione, noi ci siamo.

## **Prof. Francesco Pavani**

Buona giornata a tutti. Ringrazio per avere organizzato questa giornata. Io oggi ho il compito di toccare un argomento che è quello di come le neuroscienze cognitive, ovvero quella disciplina che sta studiando come il cervello è in grado di esprimere le nostre abilità mentali, può dare alcuni spunti per la tecnologia e la riabilitazione, ovviamente in questo contesto degli impianti cocleari.

Come esempio per calare questo tema che avrebbe tanti risvolti possibili, ovviamente ci si potrebbe parlare per molte ore, ho scelto un tema di cui mi occupo da diversi anni, che è quello della provenienza della direzione dei suoni. Già nel video molto bello che ci è stato mostrato e in alcuni dei riferimenti degli interventi precedenti, avete capito come l'utilizzo di due impianti cocleari sia di fatto uno dei presupposti fondamentali per migliorare la capacità delle persone a localizzare i suoni nell'ambiente. E quello che farò adesso in questa breve presentazione è prima di tutto spiegarvi perché è importante avere due orecchie per localizzare i suoni, spiegarvi anche se, e in che misura, l'impianto cocleare sta riuscendo a dare questo tipo di abilità fondamentale per la nostra interazione per l'ambiente, e infine come si possono usare alcuni principi che vengono dalla nostra conoscenza sul funzionamento del cervello per impostare dei programmi riabilitativi con alcuni esempi.

Partiamo dal perché è importante avere due orecchie per localizzare i suoni. La ragione è molto semplice: se voi ci pensate i suoni attorno a voi, ovunque originino, che siano a destra, a sinistra, lontani, vicini, hanno solo due porte di ingresso, cioè entrano all'orecchio destro e all'orecchio sinistro. Questo è molto diverso da quello che accade dagli altri sistemi sensoriali, per esempio nel tatto sappiamo se due stimoli tattili sono vicini o lontano, se tocco con un dito lo schermo e il microfono con un altro dito, sono due punti della cute che vengono stimolati, se tocco con due punti vicini della cute lo schermo mi dice che sono vicini, ma che siano lontani o vicini entreranno sempre da due parti, l'orecchio destro e l'orecchio sinistro, come fa il cervello a sapere dove sono i suoni allora? Perché la coclea non contiene nessuna rappresentazione dello spazio, la

coclea è un analizzatore di frequenze e anche la corteccia acustica non contiene nessuna rappresentazione dello spazio, analizza le frequenze.

Dove emerge questa nostra capacità di localizzare i suoni? Emerge - si dice - da indizi. Il nostro cervello scopre la localizzazione dei suoni sfruttando alcuni indizi. Il primo indizio più importante è quello che accade nella differenza fra le due orecchie perché quando un suono sta al lato destro è vero che prima arriverà a entrambe le orecchie, ma arriverà più intenso rispetto all'orecchio destro, se il suono è a destra, o se il suono è a sinistra succede l'opposto, quando il suono è davanti a me arriverà con la stessa intensità idealmente a entrambe.

Il secondo indizio che dipende da entrambe le orecchie, un suono che è a destra arriva prima all'orecchio destro e poi sinistro e questa differenza di tempo il cervello la sa usare per dire: allora era destra, ma è una differenza di tempo molto sottile, molto fine. La terza abilità non dipende dalle due orecchie ed è chiamata "abilità spettrale o "monoaurale" proprio perché dipende da un orecchio ed è il fatto che quando un suono arriva davanti rispetto a dietro, da sopra o da sotto, il modo in cui arriva nel canale uditivo viene filtrato da tutte queste circonvoluzioni che abbiamo dall'orecchio esterno dietro al padiglione che servono ad equalizzare il suono in maniera diversa in funzione della sua provenienza, e il cervello scopre che esistono delle corrispondenze regolari tra queste equalizzazioni e lo spazio e ha un altro indizio per costruire la capacità di localizzare i suoni. Quando le persone hanno un impianto cocleare acquisiscono informazioni sull'ambiente acustico e grazie a queste informazioni, anche se sono molto sottili, non è facile restituirli con l'udito artificiale perché ci sono aspetti legati all'impianto, come tutte quelle compressioni di ampiezza, le alterazioni delle frequenze udibili che l'impianto al momento restituisce, che rendono molto difficile per esempio di accorgersi di quelle differenze spettrali, cioè di equalizzazione che servono per localizzare i suoni. O esistono degli aggiustamenti automatici dell'intensità che vengono regolati direttamente dall'impianto per evitare che i suoni siano troppo intensi o troppo deboli. E poi ci sono dei microfoni che a volte sono direzionali, e a volte omnidirezionali. E poi in tanti casi l'impianto ancora può essere unilaterale e dall'altra parte ci deve essere una protesi acustica o un udito residuo, altrimenti non abbiamo la bilateralità se l'orecchio è sordo, e può essere che nell'orecchio destro l'impianto stia facendo una regolazione e nell'orecchio sinistro ne stia facendo un altro, infatti si lavora nella ricerca su come fare comunicare gli impianti per utilizzare la capacità di utilizzo di informazione delle due orecchie migliore, ma oggi non è così. E poi ci sono aspetti legati alla persona perché dietro l'impianto c'è un cervello, che, come già è stato detto, il cervello avrà una sua variabilità nella risposta all'impianto, l'età di esordio della sordità

e quanto presto o tardi è arrivato l'impianto, può cambiare il modo in cui il cervello è in grado di recepire questi indizi e infine le persone sono continuamente alla ricerca di soluzioni per affrontare i loro problemi di interazione con il mondo e ognuno aggiunge delle strategie per cercare di ascoltare meglio e sapere meglio da dove vengono i suoni. Tutto questo per dire che quando noi pensiamo agli impianti cocleari al giorno d'oggi in realtà dobbiamo immaginare che di indizi spettrali praticamente non se ne riescono a restituire, di indizi temporali, con gli impianti che funzionano separatamente praticamente non si riesce a restituire, le persone che portano l'impianto cocleare bilaterale ha una differenza di intensità e l'impianto regola l'intensità autonomamente. Questo vuole dire che c'è tanto ancora che si può fare per migliorare questo segnale.

La domanda quindi diventa: una persona che usa l'impianto cocleare che cosa sente della direzione dei suoni quando togliamo tutti gli altri indizi importanti come le informazioni visive che ci aiutano a localizzare i suoni, la nostra conoscenza precedente che ci aiuta a localizzare i suoni, cioè se io so che i suoni probabilmente verranno di fronte a me e non dall'alto, oppure viceversa, sono in un aeroporto e mi aspetto che possono venire dall'alto, le conoscenze precedenti plasmano la nostra percezione, questo tipo di informazioni se le tolgo posso andare a vedere al netto di questi elementi che cosa può restituire un impianto, e come tante volte gli impianti ci lasciano stupiti, nel senso che nonostante questo grande impoverimento di quelle che sono le informazioni all'orecchio, in realtà le persone sanno fare molto bene la localizzazione con anche un singolo impianto. Quindi c'è da capire perché e come sostenere ulteriormente questa abilità. Cosa fanno? Non sorprenda il fatto che se voi prendete delle persone che hanno un impianto a sinistra avranno la tendenza a localizzare molti dei suoni lato dell'impianto e anche quando i suoni compaiono sul lato destro, questi pallini in slide mostrano delle risposte, verranno comunque localizzati anche a sinistra. Questo si vede abbastanza bene in questi grafici dove c'è il lato dell'impianto che tende a prevalere. Chi porta un solo impianto troverà difficile riuscire a localizzare perché il suono sarà intenso da un lato solo e il cervello che è costruito per interpretare questa differenza di intensità come una lateralizzazione del suono, dirà: io penso che venga da lì perché è più intenso.

Con due impianti cocleari le cose vanno meglio, la lateralità del suono immediatamente comincia a costruirsi, il suono viene da destra? La persona lo sa, o da sinistra, ugualmente, riesce a fare questo compito anche nonostante le difficoltà di cui parlavo prima. C'è un aspetto della localizzazione del suono che per noi è molto importante ma non ci pensiamo spesso ed è il fatto che quando i suoni si avvicinano al nostro corpo come punto di riferimento, noi diventiamo particolarmente reattivi, cioè i cosiddetti

suoni in avvicinamento, rispetto ai suoni che si allontanano, hanno per noi una valenza molto più alta rispetto ai suoni che si muovono in orizzontale ma mantengono la stessa distanza. Ci sono molte ricerche su questo fenomeno e viene ovviamente attribuito al fatto che se noi riusciamo a capire che qualcosa si sta avvicinando possiamo reagire ed evitare che ci tocchi, riuscire a anticiparlo, ad afferrarlo, è molto adattivo e non siamo l'unica specie sul pianeta a sapere fare questa cosa.

Che cosa sanno le persone sul suono dell'impianto cocleare? Sappiamo ancora molto poco, c'è una ricerca in corso, un suono che si avvicina noi riusciamo a stabilire la distanza sulla intensità, ma usiamo molto i cosiddetti indizi spettrali, che sono come l'equalizzazione, che l'impianto al giorno d'oggi non può restituire. Voi dovete immaginare la profondità dello spazio acustico che voi percepite da normoudenti non è la stessa che può vivere una persona con impianto, a occhi chiusi sapere se il suono è vicino o lontano, soprattutto quando è statico, è molto difficile. Salto un po' di informazioni, ma una ve la voglio dare che è questa: che cosa fanno le persone nella vita quotidiana e che cosa aiuta loro a localizzare i suoni? Muovere la testa, fra le risposte più precoci del bambino rispetto al suono, l'orientamento della testa verso lo stimolo acustico. Lo facciamo noi come persone udenti, lo fanno le persone che portano l'impianto cocleare perché è una strategia altamente adattiva. Il punto è: noi possiamo dimostrare che tanto più si muove la testa, tanto più sale il valore, tanto più si migliora nella localizzazione? Tutte queste barre puntano verso l'alto, in slide. Da una ricerca che abbiamo fatto in Francia assieme a altri colleghi, abbiamo scoperto che le persone con impianto non sempre sono attive nella loro esplorazione dell'ambiente e non sempre muovono la testa.

E allora forse abbiamo un qualcosa su cui lavorare per aiutare le persone a localizzare meglio. Qui le neuroscienze cognitive che cosa possono aggiungere alle nostre conoscenze in modo che la riabilitazione possa basarsi su alcuni principi che il cervello sfrutta? Sono tante le caratteristiche del cervello ma sostanzialmente il cervello è una macchina che sfrutta le esperienze pregresse e tutte le informazioni disponibili per cercare di stimare cosa c'è là fuori nell'ambiente, l'idea che i sensi sono separati tra loro è superata almeno dagli anni 90, il cervello riesce a avere più modalità sensoriali contemporaneamente. Ci sono strutture che ancora prima che la l'informazione arrivi alla parte alta, nel tronco dell'encefalo, ci sono strutture di informazione multisensoriale, tutti i sensi comunicano con il talamo prima di arrivare alla corteccia, tutti eccetto l'olfatto. Il talamo è una struttura di grandissima convergenza multisensoriale. Questo significa che uno dei principi che il cervello sicuramente usa è che tutti i sensi, tutto quello che possiamo raccogliere nell'ambiente, converge nella

nostra percezione del mondo. Ma c'è un secondo principio fondamentale ed è che la nostra percezione è intimamente legata all'azione. Ci sono molte evidenze di questo, se noi non avessimo bisogno di muoverci nell'ambiente, il cervello serve per le nostre interazioni senso-motorie, quando pensiamo alla percezione la dobbiamo essere pensare in interazione con l'azione. Questo diventa un elemento da utilizzare quando ragioniamo di come funziona il nostro cervello e che cosa possiamo fare è un elemento che abbiamo provato a sfruttare perché gran parte delle ricerche fatte sulla localizzazione del suono di solito sono fatte così, con la persona ferma immobile su una mentoniera che non può muovere la testa, il corpo, le braccia, e questo non è ecologico, non è il modo in cui il nostro cervello si è sviluppato e non è il modo in cui il nostro cervello funziona.

Abbiamo sviluppato un sistema basato sulla realtà virtuale nel quale le persone sono attive nell'ascoltare, c'è uno speaker nell'ambiente che noi possiamo restituire alla persona, c'è un ambiente virtuale reale nel quale possiamo immergerle o no, scegliamo noi che cosa vedono e possiamo permettere alle persone di orientare la testa, muoversi verso lo stimolo, andare a raggiungerlo, possiamo dare dei ritorni tattili a questa interazione in modo che tutta l'esperienza sia più arricchita possibile e in questo modo andiamo a misurare le risposte nello spazio intorno alla persona. Usando questo tipo di approccio, soprattutto assieme alla mia collaboratrice Chiara, abbiamo fatto un paradigma di apprendimento in cui le persone fanno un compito di localizzazione dei suoni prima e dopo avere fatto un addestramento. Di questo paradigma vi dico che loro puntano al suono con la testa, direttamente vanno a guardare in che direzione sono i suoni, in questo modo c'è questa componente attiva. E nel mezzo cosa fanno? O un esercizio di natura spaziale, che vuole dire adesso lavorare con la spazialità del suono o un esercizio di controllo dove gli stimoli sono largamente identici e non c'è nessuna componente spaziale e ogni partecipante farà sia questo esercizio che l'altro semplicemente in ordine opposto, in modo che tutti alla fine abbiamo fatto il training.

Che cosa vuole dire un compito spaziale? Una cosa di questo tipo, adesso sentirete un suono, il soggetto esplora e va a toccare, se prende la posizione corretta il suono si ferma. C'è un aspetto di agentività, le cose succedono come conseguenza delle mie azioni e questo è molto importante nell'apprendimento, questo è l'esercizio spaziale. Nell'esercizio non spaziale non c'è la componente di apprendimento sulla quale, se volete, possiamo tornare. Un disegno sperimentale nel quale le persone fanno l'esercizio spaziale per primo e poi fanno l'esercizio non spaziale e viceversa in modo che tutti possono apprendere. Qui parliamo di uno studio fatto su persone con impianto bilaterale primariamente post-verbali, quello che vediamo è che durante il

compito spaziale l'errore già si riduce durante l'addestramento e questo è bene perché vuole dire che l'addestramento sta funzionando.

Quello che notiamo è che l'addestramento cambia il movimento della testa, mette le persone più propense a muovere la testa mentre ascoltano i suoni. E infine la cosa cruciale è: questa cosa si trasferisce all'altro compito, quello non addestrato? Ebbene sì, perché qua in blu c'è il compito di addestramento non spaziale, non sembra cambiare nulla, l'errore sembrerebbe aumentare, appena c'è il compito di addestramento spaziale, l'errore si riduce. Il compito spaziale fa ridurre l'errore e quello non spaziale no.

Questo risultato noi l'abbiamo mostrato in persone con impianto bilaterale, in persone con impianto unilaterale e in persone con udito unilaterale, e il fatto che non ci sia solo per questi pazienti con impianto bilaterale, ci dice che evidentemente quello che stiamo innescando è una strategia che non è solo legata a ciò che sta arrivando all'udito perché senza due orecchie è molto difficile localizzare i suoni, ma probabilmente è una strategia legata al modo in cui le persone imparano a esplorare l'ambiente intorno a loro. Molto ci sarebbe da fare naturalmente perché da qui si potrebbe andare a chiedersi che cosa accade nella vita quotidiana, come impatta nel lungo termine, come generalizza a tanti stimoli, tante domande si possono fare, ma questo è un esempio di come facendo leva su quello che chiamo un "ascolto attivo e multisensoriale", sia possibile abilitare alla percezione di rendere ancora più potente e efficace il suono. Le neuroscienze cognitive e le scienze cognitive possono informare in maniera unica la clinica rispetto ai protocolli. Con questa slide voglio ringraziare la mia collaboratrice Chiara Valzolgher, tutto questo è stato fatto a frontiere chiuse durante il Covid, ciononostante lei andava dall'Italia alla Francia per testare questi pazienti. Lei sono riconoscente per le grandi capacità e per la grande tenacia incredibile.

La seconda cosa che vorrei dire è che ieri sera mi è arrivato il preprint di un lavoro che stiamo facendo in collaborazione con il Policlinico di Milano, l'ospedale di Piacenza, Ferrara e Rovereto, una ricerca multicentro finanziato dalla Cochlear: stiamo cercando di studiare la progressione delle capacità acustiche dopo il secondo impianto.

Da un mese è attivo un progetto europeo che coinvolge molti centri in Germania, in Olanda, in Italia, in Ungheria, in Francia, ecc., che ha lo scopo di formare una nuova popolazione di ricercatori /ricercatrici per quanto riguarda lo scopo spaziale degli impianti cocleari, questo progetto si chiama Cherish, studierà la capacità di percepire i suoni quando si avvicinano, quando si allontanano, i suoni in movimenti. E Cochlear cercherà di capire come sincronizzando gli impianti si possono ottenere altri risultati. È

un progetto che coinvolge ingegneri, infermieri, psicologi, medici, e può dare risultati stimolanti. Con questo mi fermo.

**Diego Zanetti** - Intanto che riconnettiamo il computer, Chiara Amadeo e Sara Cavicchiolo ci presenteranno, proseguendo il discorso dei casi complessi, sul quale ho voluto puntare soprattutto la vostra attenzione, quali sono le difficoltà di riabilitare soprattutto bambini con disabilità associate o con situazioni anatomiche difficili. Fitting di impianti cocleari in casi complessi.

Chiedo ai prossimi relatori se possono usare il computer dell'aula e non il personale perché è sempre un problema poi switchare tra uno e l'altro computer.

### **D.ssa Sara Cavicchiolo**

Ringrazio l'a.l.f.a. per la possibilità di organizzare questo corso, il lavoro è stato fatto a sei mani con la collega Chiara Amadeo e il prof. Fagnani, io sono portavoce di questo.

Portare il paziente ad ottenere un trattamento ideale, la collaborazione e la conoscenza tra le figure che lavorano in audiologia è unita al paziente e alla sua famiglia, questo può portare ad ottenere un risultato migliore dal punto di vista qualitativo e di qualità della vita.

Dobbiamo fare il distinguo tra l'udibilità di un segnale e l'intelligibilità di un segnale. Abbiamo bisogno che il segnale verbale in questo caso sia più udibile che intellegibile, che cosa intendiamo per questo? Un segnale per cui la persona è semplicemente capace di percepire la presenza del suono. In realtà il segnale verbale deve essere intellegibile per quella persona e deve essere in grado di discriminare i fonemi, i suoni verbali, e il rischio che abbiamo con una persona che presenta una ipoacusia è che il messaggio possa essere udibile ma non intellegibile. In particolare se parliamo di linguaggio verbale, parliamo di vocali e consonanti, sappiamo che le vocali presentano una energia prevalentemente concentrata sulle basse frequenze e le vocali portano il 90% dell'energia del parlato, le consonanti portano meno energia, del parlato, circa il 10%, ma portano il 90% dell'informazione necessaria affinché si possa percepire la differenza tra i suoni. Quindi per noi è importante che il paziente percepisca e abbia un accesso adeguato sia alle vocali che alle consonanti. E qui entra un po' il ruolo del mappaggio del fitting dell'impianto cocleare.

L'attivazione e la programmazione vocale avviene un mese dalla chirurgia anche se abbiamo la possibilità dell'attivazione precoce che soprattutto in alcuni soggetti, per esempio il paziente che viene espantato e reimpiantato, può essere da un punto di

vista psicologico un fattore importante e abbiamo evidenza di studi che ci dicono che è possibile da un punto di vista proprio della sicurezza dei tessuti e delle cicatrici.

Ricordiamo che alla fine dell'intervento vengono già effettuate delle prove oggettive che possono verificare il corretto funzionamento del dispositivo e la funzionalità del nervo, tutte informazioni che saranno utili durante la prima attivazione del processore.

Nelle slide vedete riportate alcune delle modalità di verifica che le varie aziende propongono. L'attivazione e la programmazione del processore vocale avviene attraverso un software dedicato diverso per ciascuna azienda e attraverso un hardware dedicato, una interfaccia che permette di connettere il processore al computer dove viene effettuato il fitting.

Oggi abbiamo la possibilità di effettuare questo tipo di regolamentazione in modalità wireless, senza avere dei fili che legano il paziente al computer, e questo sicuramente per la popolazione pediatrica è stato un grosso vantaggio perché i bambini possono muoversi all'interno della stanza. O addirittura c'è la possibilità di effettuarli da remoto, con il paziente a casa o in ufficio.

Le metodiche di fitting sono diverse in relazione all'età del soggetto. Per quanto riguarda i pazienti adulti e i ragazzi più grandi utilizziamo metodiche di tipo soggettivo, chiedendo al paziente com'è il suono che stiamo proponendo.

Per quanto riguarda i bambini e i soggetti non collaboranti, utilizziamo e ci appoggiamo a quelle che sono le metodiche oggettive alle tecniche di audiometria comportamentale condizionata e alle osservazioni del comportamento spontaneo.

Sia per adulti che per bambini è sempre utile e viene utilizzato tutte le volte anche la metodica oggettiva, la telemetria del nervo.

Quali sono i casi complessi? Partiamo dal presupposto che ciascun paziente nella sua unicità per noi è un caso complesso, nel senso che va trattato per quelle che sono le sue caratteristiche peculiari sia dal punto di vista audiologico sia dal punto di vista di necessità di supporto che può avere. Alcuni casi sono più complessi di altri, in slide ne abbiamo riportati alcuni: gestire il fitting in un bambino per esempio non è semplice, o in un paziente che arriva a un intervento di impianto cocleare ma tardivamente; pazienti che presentano disabilità associate e sindromi, malformazioni cocleari, stimolazioni del nervo facciale che possono emergere durante il fitting, pazienti con problemi di vista, la gestione delle sordità monolaterali e pazienti anziani, e sicuramente ce ne sono anche altri. Quindi che cosa possiamo fare? Negli anni abbiamo avuto la possibilità di gestire questi casi complessi alcune misure a distanza,

che sono definite misure di telemetria, che sono le stesse fatte in Formula 1, vengono inviate delle informazioni all'impianto e vengono registrate le risposte che l'impianto ci invia.

Impedenza degli elettrodi lo stato di salute del canale di riferimento dal ricettore al tessuto nervoso, abbiamo dei valori di riferimento che sono tra 2 - 20 kOhm, se alcuni elettrodi hanno valori di impedenza particolarmente alti o bassi che si discostano dagli elettrodi vicini, può essere un segnale che in uno specifico elettrodo sta succedendo qualcosa di anomalo, quando vediamo verde vuole dire che è tutto okay.

Abbiamo la possibilità di misurare la risposta del nervo, vengono inviati degli stimoli e vengono registrate le risposte che il nervo dà e questo ci dà una indicazione della corretta indicazione del nervo acustico e la soglia della risposta neurale si colloca nella parte più alta del campo dinamico elettrico, dello spazio che il paziente riesce a mantenere tra un suono di comoda udibilità e un suono di minima udibilità. È un dato oggettivo che viene misurato senza la collaborazione del paziente che è importante per costruire le prime mappe soprattutto nei soggetti non collaboranti.

La mappa è una matrice di una serie di informazioni che vengono programmate nel processore locale per ottenere una stimolazione corretta delle fibre del nervo acustico, in quello specifico paziente in quel momento. Consiste nel determinare modelli di stimolazione elettrica che consentono al paziente di ripristinare l'udibilità dei suoni lievi e raggiungere una ampia gamma dinamica di suoni in ingresso.

Questa mattina abbiamo visto come funziona la dinamica. La mappa contiene precise modalità con cui l'impianto riesce a trasferire le informazioni al nervo acustico sia per i suoni ambientali che verbali. Qui vediamo degli esempi di come vengono graficate le mappe dai vari software, essenzialmente vengono stabiliti i livelli di comoda udibilità e i livelli di soglia, in questo caso parliamo ovviamente di mappa elettrica, quindi i livelli di corrente che vengono erogati al paziente. I livelli di soglia, i livelli più bassi, rappresentano la minima quantità di carica elettrica che può generare una sensazione uditiva. Questo livello viene settato per ogni elettrodo e generalmente il livello è correlato, abbastanza simile a quello degli elettrodi adiacenti. Il livello di comfort è la massima carica elettrica che il paziente deve percepire come intensa ma gradevole quindi non deve avere fastidio, questa è settata per ogni elettrodo e c'è una correlazione tra elettrodi adiacenti. Ci sono una serie di altri parametri elettrici su cui possiamo agire sugli elettrodi, ma non sempre siamo chiamati a modificarli, ma soprattutto per i pazienti difficili può essere necessario agire su questi parametri. Per esempio possiamo avere la necessità di modificare la durata dello stimolo quando abbiamo necessità di aumentare la quantità di carica, cioè il volume di fatto che il

paziente percepisce, quando abbiamo un limite dato dal sistema che ci dice: più in alto di così non puoi andare, possiamo consentire al paziente di avere una percezione di un volume più alto. Possiamo modificare la distribuzione frequenziale, abbiamo la possibilità di studiare nel post- operatorio come è stato inserito l'elettrodo, e questo tipo di informazione ci può consentire di non utilizzare la distribuzione delle frequenze per ogni elettrodo standard, quella che viene proposta dal software, ma possiamo personalizzarla per quel paziente e potremmo avere necessità di farlo per esempio per pazienti che hanno particolari richieste o esigenze o per pazienti che hanno avuto delle inserzioni incomplete.

Possiamo avere la necessità di modificare la frequenza di stimolazione, cioè quanto veloce viene elaborato il segnale o il numero di elettrodi che rimangono attivi per ogni ciclo di stimolazione. Questa è una cosa che potremmo avere necessità di fare per esempio in pazienti che hanno una difficoltà da parte del nervo a gestire la grande quantità di informazioni che stiamo inviando. Possiamo avere la necessità di disabilitare alcuni elettrodi. Qui vediamo il caso di un paziente dove la punta dell'impianto si è piegata durante l'inserzione, e questa evenienza è stata segnalata già durante la chirurgia e nel post- operatorio abbiamo dovuto disabilitare due elettrodi perché era avvenuto questo tipo di piegamento della punta. Oppure possiamo bloccare la corrente, il clipping della corrente su alcuni elettrodi, perché stimolano il nervo facciale o danno stimolazioni che non sono acustiche.

Un'altra soluzione è modificare lo stimolo facciale per utilizzare una stimolazione trifasica, dividendo lo stimolo in tre parti, anziché bifasica per stimolare meno il nervo facciale. Quello che abbiamo detto finora è relativo a quella che è chiamata mappa elettrica. Ci sono una serie di altri parametri che dobbiamo e possiamo settare che possono intervenire prima che il suono arrivi alla conversione analogico - digitale o dopo. Li utilizziamo in modo diverso rispetto all'età del paziente o alle sue necessità.

Qui vedete riportato uno schema dove possiamo vedere per esempio come viene indirizzata la direzione del microfono per catturare il suono che poi deve essere gestito poi successivamente. Abbiamo la possibilità di controllare alcuni aspetti che vanno ad agire su tutti i canali dell'impianto come l'autosensibilità o l'agc, o possiamo avere dei filtri /algoritmi che entrano solo su alcuni canali e diventano più selettivi e vengono utilizzati in situazioni particolari come quelle di rumore o dove il paziente ha necessità di sentire meglio il parlato rispetto al rumore di fondo.

Il paziente che riceve un impianto cocleare può andare incontro a una serie di problematiche nella gestione del dispositivo. I software hanno dato la possibilità di verificare quante ore il paziente utilizza l'impianto con il datalogging, e possiamo

vedere quante ore ha utilizzato il dispositivo e quante volte si è staccata mediamente l'antenna, per esempio con un bambino piccolo succede un evento del genere durante la giornata, questo per darci la possibilità di guidare la famiglia ed il paziente ad un utilizzo più corretto del dispositivo.

Ci sono una serie di altre problematiche date dall'indossabilità del processore, sulla testa di un bambino piccolo l'impianto non è piccolo. Sono state messe a disposizione diverse modalità di indossabilità. Abbiamo la possibilità di verificare la funzionalità del processore con delle applicazioni e con una serie di verifiche che possiamo fare noi e con l'utilizzo di led, soprattutto nei bambini, per aiutare i genitori a verificare che il dispositivo funzioni correttamente. Abbiamo poi strumenti che ci guidano, come lo speech banana, dove cerchiamo di rappresentare i suoni ambientali e verbali e questo può aiutarci per spiegare alla famiglia ed al genitore perché stiamo proponendo un impianto cocleare al bambino. Dobbiamo conoscere necessariamente gli aspetti più di fisica del suono e del linguaggio proprio perché ci possono aiutare nella gestione del fitting e anche a spiegare e spiegarci delle possibili confusioni che il paziente mette in atto tra suoni che a noi possono sembrare suoni molto diversi ma magari non lo sono per il paziente.

Variabilità dei risultati, faccio specifico riferimento alla popolazione pediatrica, nella nostra esperienza non credo che abbiamo pazienti che hanno ricevuto un impianto cocleare e non hanno avuto nessun tipo di beneficio, però il beneficio non è lo stesso per tutti i pazienti.

Alcuni pazienti usano l'impianto come supporto alla lettura labiale, alcuni bambini arrivano ad avere un linguaggio verbale che è equivalente alla loro età uditiva; non riusciamo a colmare il gap tra l'età cronologica del bambino e la sua età linguistica, rimane sempre più in difficoltà.

La maggior parte dei pazienti giungono a avere un linguaggio verbale equivalente a quello dei pari udenti. Ma ci sono dei fattori che possono influenzare questi risultati, come i fattori intrinseci su cui noi non possiamo avere una influenza, però ci sono quelli intrinseci su cui possiamo lavorare.

In uno studio australiano è emerso che la precocità di intervento è fondamentale e addirittura c'è una differenza se il bambino è impiantato prima dei 12 mesi o dopo, ma parliamo di poca differenza.

Più precocemente riusciamo ad intervenire, addirittura tra i 6 e gli 11 mesi, e migliori saranno i risultati.

I bambini con disabilità associate raggiungono dei risultati ridotti rispetto a quella dei bambini che non hanno comorbidità ed hanno un beneficio nell'impianto cocleare. Poi quando le madri dei bambini hanno un livello socio - culturale più alto, universitario, fanno registrare casi migliori.

I risultati sono inferiori nei bambini impiantati precocemente, ma hanno un beneficio dal punto di vista di miglioramento della qualità della vita, quindi sono pazienti che soggettivamente hanno un beneficio dall'impianto e continuano ad utilizzarlo.

Altri casi particolari possono essere una sindrome che non ha disabilità intellettiva, e l'impianto cocleare è positivo.

Torniamo all'importanza dell'aspetto cognitivo: non è sufficiente ripristinare l'udito ma dobbiamo avere un aspetto cognitivo che ci supporti.

Pazienti con disturbo dello spettro autistico, non tutti i pazienti che hanno una perdita di udito associata a un disturbo dello spettro autistico sviluppano il verbale, ma hanno dei miglioramenti nel sociale e nel contatto visivo che diventa più frequente. Anche se i pazienti sono definiti "scarsi" i benefici ci sono, e soprattutto questa tipologia di popolazione ha il problema che spesso la sovrapposizione di queste due disabilità confonde nella diagnosi, quindi la diagnosi di autismo avviene molto più tardi perché è mascherata dall'ipoacusia o viceversa.

Un'altra tipologia sono i pazienti con la sindrome di Charge, complessi da gestire come pazienti, e sicuramente il quadro del paziente che può presentare anomalie anatomiche, ritardo dello sviluppo e deficit del nervo cocleare può creare problemi nella gestione di questi pazienti e in questi casi ci vuole una valutazione multidisciplinare per proporre la soluzione migliore per questo paziente.

Le nostre conclusioni sono che sicuramente l'impianto cocleare è uno strumento straordinario che non solo rappresenta un riattivatore quantitativo ma soprattutto qualitativo dell'input sensoriale uditivo, dell'aspetto relazionale, comunicativo e cognitivo.

Siamo tutti bravi a gestire i bambini sani che non hanno problemi associati, ma è proprio riuscire a gestire questi casi ci mette di fronte a sfide importanti che possono sicuramente dare dei risultati molto buoni per quel paziente. Grazie.

**Diego Zanetti** - per necessità di pranzo, perché c'è il catering che è già pronto, modifichiamo il programma in accordo con a.l.f.a., se ci sono domande immediate sui

relatori della mattina, professor Pavani e dottoressa Sara Cavicchiolo o le due signore che hanno presentato i bellissimi video estremamente toccanti sull'esperienza personale, le facciamo adesso, perché poi la presentazione dell'ingegner Malerba e Giorgio Lilli le rinviemo al pomeriggio, alle 13:45 dobbiamo ripartire. Se ci sono domande adesso fatele subito, anche a voce. Se non ci sono domande su questa prima parte, buon pranzo a tutti, ci rivediamo alle 13:45.

## Sessione pomeridiana

**Federica di Berardino** - La parola al prof. Giorgio Lilli.

### **Dott. Giorgio Lilli**

Spero di condividere con voi una visione di quello che sta succedendo e quello che succederà. L'argomento è stato elaborato in collaborazione con il prof. Diego Zanetti e la professoressa Federica di Berardino.

La terapia genica delle cellule staminali.

Ci sono tanti studi, ci sono cose concrete, vediamo dove siamo arrivati sulla pratica clinica.

Bisogna fare una distinzione tra la terapia genica e l'uso delle cellule staminali.

Parliamo di sordità non sindromica, non collegata a altro tipo di patologie che possono essere centrali o neuronali o genetiche in generale, che hanno bisogno di un approccio multidisciplinare più complesso. Rimaniamo sui pazienti con solo con ipoacusia perché ci danno più risposte a cui possiamo interfacciarci sia dal punto di vista diagnostico che terapeutico.

Ci sono tanti studi in questo senso, anche recenti, ma si è visto che dobbiamo parlare anche con i dispositivi che usiamo in questo momento come gli impianti cocleari perché purtroppo anche gli impianti cocleari più moderni partecipano a una degenerazione delle strutture intracocleari, questa è la nuova sfida che dobbiamo affrontare: dobbiamo cercare il più possibile di migliorare le performance dei pazienti con l'impianto cocleare.

Possiamo avere tre approcci come terapia genica, trattare la causa e andare a correggere le mutazioni sul DNA che è responsabile dal 4 al 10%, la correzione e il ripristino funzionale attraverso l'uso di vettori virali come quello dei vaccini che contribuiscano alla funzionalità. In questo ci aiutano molti i modelli animali. Successi importanti ci sono stati sui topi di laboratorio, primo passo verso la ricerca applicata, e risultati promettenti per quanto riguarda la sinergia con l'impianto cocleare attraverso l'uso di questi vettori virali. Ultimamente è uscito questo articolo su Lancet che va a vedere sul modello animale che pare che ci sia un miglioramento usando un impianto

cocleare con la terapia genica: il 40% della stimolazione uditiva. Le cellule staminali sono quelle che ci possono ridare la funzionalità in maniera più efficace, anche se l'obiettivo è ancora lontano, possono aiutarci a rigenerare i tessuti intracocleari attraverso delle cellule pluripotenti che potrebbero essere trapiantate nell'orecchio e contribuire alla rigenerazione dei tessuti. Tutto questo deve essere confortato dagli esperimenti perché ci può essere una situazione di rigetto per cui è importante avere una installazione delle cellule del paziente stesso per stimolare la nuova crescita di neuroni o cellule. L'integrazione delle cellule staminali con il lavoro dell'impianto cocleare dovrebbe migliorare la percezione da parte del paziente in modo da favorire l'intervento dell'impianto cocleare, migliorando l'efficacia attraverso la diminuzione e stimolazione elettrica andando a diminuire quelli che possono essere i processi demolitivi delle strutture che spesso succedono all'impianto cocleare anche più moderno, stimolazione elettrica, rimodulazione cellulare, per massimizzare il recupero uditivo stesso. Si può ovviamente prevenire il peggioramento, questo è il nostro obiettivo, perché il limite della terapia genica moderna, è avere dei risultati a breve termine e non a lungo termine. Quello su cui si sta lavorando: un trattamento personalizzato basato sulla genetica e caratteristiche biologiche e anatomiche del paziente. Su questo ci aiuterà molto l'intelligenza artificiale che può rivoluzionare il nostro mondo come già sta facendo, attraverso l'uso di algoritmi che ci aiuteranno a selezionare e curare sempre meglio i nostri pazienti. Come audiologi ed otorinolaringoiatri siamo un po' indietro, ci sono risultati importanti per quanto riguarda la previsione e la cura delle malattie specialistiche: noi possiamo servirci dell'intelligenza artificiale con il cosiddetto "machine learning" per personalizzare il tutto sul paziente stesso e arrivare a una audiometria automatizzata con una precisione sempre più vicina a quella che abbiamo in questo momento, aiutando gli operatori nella fase diagnostica. L'effetto potrebbe essere il campionamento della raccolta dei dati, la riduzione, la selezione dei campioni necessari, scegliere i dati utili che ci servono e la riduzione di quelli che non ci danno informazioni. Questo lavoro potrebbe richiedere tanto tempo. Un esempio è quello dell'Auditory Brainstem Response (ABR) per vedere delle piccole differenze rispetto alle onde che si basa sull'occhio clinico interpretando i dati, ma i Big Data ci possono dire se l'onda può essere patologica o no.

Le indagini microscopiche per vedere l'orecchio, integrando le nostre immagini con l'intelligenza artificiale ci possono dire le peculiarità che ci possono sfuggire e possono essere integrate in un quadro d'insieme, con la radiologia per rilevare patologie che qualche volta ci sfuggono, per non parlare delle caratterizzazioni cliniche con il patrimonio genetico del paziente stesso: questo ci può aiutare con i pazienti che hanno

la malattia di Menière e l'otosclerosi che possono essere trattate in maniera diversa andando a personalizzare il più possibile l'approccio a questo paziente.

Le indagini ci possono aiutare nei pazienti oncologici che fanno radio e chemioterapia: come si può agire per danneggiare il meno possibile l'udito. Ci basiamo su dati clinici: durante il trattamento bisogna cercare di conservare il più possibile le abilità uditive.

Per quanto riguarda gli impianti cocleari, è importante il mappaggio degli elettrodi analizzato dall'intelligenza artificiale.

Noi clinici ci dobbiamo basare su quello che vediamo durante la visita nei nostri ambulatori; è molto importante anche quello che succede fuori. L'intelligenza artificiale ci può aiutare a monitorare le singole situazioni e predire un adattamento dell'impianto cocleare stesso, può riconoscere gli ambienti più importanti, adattarsi il più possibile al rilevamento ambientale attorno, elaborando i dati, migliorando i parametri e autoapprendendo dalla vita che il paziente stesso portatore di impianto cocleare porta avanti nel tempo.

Noi clinici, nell'accelerare i processi clinici e di adattamento con l'intelligenza artificiale, possiamo avere una maggiore accessibilità per i tempi di tutti.

Ci potrebbe aiutare nel discorso della telemedicina, il follow-up, il monitoraggio a distanza, la riduzione delle visite in presenza, il supporto da remoto, intervenendo in maniera efficace, logistica e sistematizzata, per aiutare il paziente che ha dei problemi in quel momento e ottimizzando la comunicazione stessa, riuscendo a capire il problema, senza perdere tempo per capire dove si vuole andare a agire.

Ci devono essere piattaforme dedicate, dobbiamo parlare con le Istituzioni ed i Centri di ricerca e dobbiamo sviluppare e validare il tutto per verificare l'applicabilità clinica.

C'è bisogno di un aggiornamento continuo, devono essere fatti corsi universitari che devono studiare insieme all'intelligenza artificiale perché sarà il presente ed il futuro.

Ci vogliono le certificazioni per quanto riguarda l'etica e negli aspetti medico - legale dello stesso, avere dei dati diversificati moderni, dobbiamo stare attenti alla privacy e alla sicurezza e alla standardizzazione di questi dati perché dobbiamo parlare tutti lo stesso linguaggio e dobbiamo integrare quello che avviene fuori di noi dal punto di vista multidisciplinare.

Le sfide etiche sono importanti con la privacy degli stessi dati e l'equità e l'accessibilità, non tutti hanno accesso all'informatica per interagire con i clinici, dobbiamo colmare queste differenze tra la periferia e quello che succede in un centro di impianti cocleari

che segue dal punto di vista specialistico il paziente stesso e noi dobbiamo stare attenti alla nostra responsabilità professionale perché questo può inficiare il nostro lavoro, per la nostra responsabilità su questi effetti, quindi dobbiamo saperla controllare.

Un futuro integrato con l'intelligenza artificiale, con la sinergia uomo macchina, una pratica che è già in atto, di cui non dobbiamo avere paura, ma dobbiamo integrarla per aiutare il più possibile il paziente che ha più possibilità di poterci aiutare dandoci dei feedback.

L'impatto economico viene calcolato con una **riduzione del 20% dei costi nei prossimi anni**, un **30% di aumento dell'efficacia dell'intervento** che abbiamo fatto fino a adesso, un **abbassamento del 40% della nostra attività clinica** e per quanto riguarda i soldi, ci sono proiezioni che indicano che possono essere risparmiati **5 miliardi di dollari** in questo senso sulla nostra attività.

Implementazione di sistemi che già esistono e che dobbiamo usare. A breve dobbiamo usare dei modelli predittivi che ci aiutano a sapere quello che succederà in futuro. A lungo termine ci auguriamo che questi sistemi saranno integrati nei dispositivi per ragionare insieme al paziente su come adattarsi in maniera migliore possibile alle sue esigenze uditive.

Non esistono due discorsi paralleli con l'intelligenza artificiale, bisogna cercare di arrivare all'approccio terapeutico e diagnostico insieme con la biochimica e le conoscenze genetiche che abbiamo.

Sappiamo bene che già si può fare una farmacologia a livello dell'impianto cocleare per migliorare le performance e diminuendo i consumi perché le batterie non durano tanto e noi abbiamo già la possibilità di usare l'impianto cocleare come un catetere, non solo come stimolazione. Come nostro approccio biologico lo possiamo utilizzare andando a stimolare per fornire fattori di crescita, anti-ossidanti e terapia genica attraverso i vettori virali stessi. Tutto questo deve arrivare al concetto di un elettrodo bioibrido basato su film di gel che possono adattarsi il più possibile alla meccanica stessa e possono portare all'interno della coclea stessa i farmaci che possono aiutare al funzionamento dello stesso e arrivare ai cosiddetti elettrodi bioibridi che mettono insieme tutte queste novità di cui abbiamo parlato finora.

Abbiamo grandi orizzonti davanti a noi, possiamo rivoluzionare il nostro sistema di cura, abbiamo tante sfide da affrontare, dobbiamo parlare sia ai pazienti che in multidisciplinare, e siamo fiduciosi che se sfruttiamo bene tutte queste risorse possiamo avere un grosso futuro davanti a noi.

Quest'anno è stata svolta una procedura di terapia genica in un paziente con il tipo di anacusia rara, ma questo riguarda una piccola parte della terapia genica che possiamo fare, ma lo prendiamo come un passo importante per arrivare a curare un giorno tutti i tipi di terapia genica.

Grazie mille per la vostra attenzione.

**Federica di Berardino** - grazie a Giorgio Lilli. Le domande le poniamo tutte alla fine, scrivetele nella chat. Ora passiamo ad un'altra tecnologia, con la presenza dell'ingegnere Malerba che ci parlerà di Wi-fi e Bluetooth.

### **Ing. Paolo Malerba**

Buon pomeriggio, ringrazio il dottor Giorgio Lilli di avere assorbito il vostro sonno epatico, io cercherò di spiegare come funziona la tecnologia Wi-Fi in particolare come funziona il sistema Auracast.

Direi di iniziare dal porci delle domande: che cos'è Auracast? Un tipo di bluetooth, e il bluetooth è un tipo di wi-fi. Cos'è il wi-fi? Detta anche rete senza fili è un sistema che mette in comunicazione due dispositivi senza fili sfruttando le onde radio e quindi suona bene. La radio la conosciamo. Per alcune basterebbe una sola slide per capire come si propaga un'onda nello spazio, nell'aria e per questi pochi basterebbe risolvere delle equazioni di Maxwell, di questo tipo qui, che potete vedere in slide. Non lo riusciremo mai a fare, è abbastanza complicato passare da formule matematiche, ma siamo nel 1865 e dopo 30 anni è arrivato un nostro connazionale per renderci la vita più semplice: Marconi.

Lui probabilmente neanche le ha lette le equazioni di Maxwell, perché si è ritirato dalla scuola all'età di 17 anni e ha iniziato a studiare i manuali, ha preso la laurea a honorem e il Nobel per la fisica. Marconi si è messo a inventare questo oggetto e creò la prima connessione, trasferì le informazioni da un dispositivo a un altro, all'inizio erano semplici bit, o segnali morse, e negli anni è diventata una cosa molto più importante, è riuscito a trasmettere la voce.

Il lavoro di Marconi è talmente importante che nei primi anni del 900 i marinai che nella nave erano addetti alla comunicazione radio erano chiamati "marconisti" e questo in tutto il mondo. Lui è riuscito a fregare il russo per 20 giorni nella scrittura del brevetto, è stato abbastanza veloce, smart, direi, italiano! Succede che lui è riuscito a trasmettere la voce in modo molto semplice: ha preso un microfono che è una cosa che trasforma la onda di pressione che noi emettiamo dalle nostre corde vocali, muoviamo l'aria che esce dalla nostra bocca, muove l'aria di fronte a noi e fa variazioni di pressione, queste arrivano al microfono che le trasforma una ad una in variazione di Volt, attraverso una apparecchiatura viene trasmessa in onde radio e con l'antenna forma la stessa variazione di volt, la nostra voce va verso l'amplificatore per essere trasmesso. Per Marconi questo è stato facile, non so come ci è arrivato però è stato facile. Ma c'è una evoluzione, dopo un po' di tempo si è capito che non si voleva più trasmettere solo la voce ma i dati, i numeri. E qui c'è stato il problema.

Come vedete sono passati 70 anni di utilizzo delle onde radio per arrivare al digitale, ma perché si voleva arrivare al digitale? La cosa più importante è questo disegno che ci fa capire che in una trasmissione di tipo digitale il segnale è pulito anche se con un raggio di azione più piccolo, ma è pulito dal rumore. Ma come?

Partiamo dal presupposto che non esistono trasmissioni digitali, le trasmissioni sono sempre analogiche perché sono fisica, siamo analogici noi, quello che cambia è l'informazione che trasmettiamo, che non è più analogica, non è più la variazione di volt, ma sono numeri, si passa dalla voce, trasmettitori e venivano tirate fuori le voci. Il rumore delle radio di una volta era rumore bianco generato dalla materia stessa perché la materia non è ferma, continua a muoversi sempre, a livello atomico oscilla, vibra e queste vibrazioni che sono il rumore elettrico che sentivamo noi, e questo era fastidioso soprattutto quando bisognava trasmettere le informazioni importanti. Con il digitale questo rumore è stato completamente eliminato, come? Hanno detto: se io devo mandare un suono su un altro suono, rumore bianco, sarà un po' complicato.

Allora che faccio: prendo la mia voce, convertitore analogico digitale, la trasformo in numeri e invece di trasmettere la mia voce trasmetto i numeri, dall'altra parte dico come fare a decodificare i numeri e ricostruisco la voce. È facile, come vedete. Perché non l'ha fatto Marconi? Perché per la nostra voce servono come minimo centomila numeri al secondo e questo è stato possibile quando sono arrivati i computer e sono diventati sempre più veloci, e a quel punto si è reso possibile come distruggere la nostra voce, creare dei numeri e sintetizzare la nostra voce, ricostruirla, per fare questo serviva un protocollo, delle regole, come lo trasformo in dei numeri e come lo ritrasformo? E siamo arrivati al bluetooth che è un protocollo, è un sistema, è una serie di regole che devono avere il trasmettitore e il ricevitore per fare andare le informazioni da un oggetto a un altro. In realtà, l'ha inventato questo ingegnere olandese che doveva essere un fan della storia norrenica perché il re vichingo Aroldo I era riuscito a unire la Danimarca a livello politico e religioso. La domanda è: perché "Dente Blu"? Su internet se ne dice di ogni: c'è chi dice che il dente blu Aroldo se lo dipingesse per andare in guerra per risultare più cattivo, altri pensano perché Jacobus Haartsen, l'ingegnere inventore del Bluetooth, è un divoratore di mirtilli.

Differenza tra bluetooth e wireless: il wi-fi serve per le connessioni - comunicazioni veloci per connettere tanti dispositivi, e arriviamo ad Auracast che non fa altro che prendere le cose che servono e caratterizzano il wi-fi, tanti dispositivi, velocità e distanza e li inserisce nel bluetooth, che porta da 10 mt. a 100 mt. come distanza e ne aumenta i canali. È come se 4 persone si mettono in macchina e con 4 cuffiette ognuno sente una stazione radio differente, tutto questo in digitale senza rumore, questo fa

Auracast. Bluetooth stereofonico praticamente, due canali completamente separati. Le applicazioni e gli scenari che avrà Auracast, perché attualmente è progettato, lo stanno realizzando, ma si svilupperà, e adesso vedremo come secondo le stime, in un locale con diverse televisioni e trasmissioni, ognuno si potrà connettere con la televisione che vorrà e sentire quello che gli interessa, condivisione di audio, come le liste di canzoni, i ragazzi lo fanno con i cellulari, e negli stadi per mandare informazioni sullo stato della partita, e in aeroporto in cui la cosa più importante è sintonizzarsi con il proprio gate e avere le informazioni sul proprio auricolare per quanto riguarda la partenza del volo. Vedremo tutti correre per l'aereo che sta partendo!

Secondo le stime nel giro di 4 - 5 anni Auracast verrà diffuso in modo spropositato, più di 2, 5 milioni di luoghi pubblici saranno attrezzati con Auracast, e partirà la corsa ad essere compatibili ed aggiornati con questo sistema. Attualmente non sono tante le società. Tutte si sono impegnate in questo ma non tutte le società sono riuscite a renderlo commerciale.

Cosa significa questo per i pazienti portatori di protesi acustiche e impianto cocleare? Qui è libera fantasia: nelle aule di studio, nei cinema, negli aeroporti, nei cinema. Fino ad oggi si parlava di FM o induzione, e si dovevano però rompere le pareti per inserire una bobina enorme, i costi erano alti per questo pochi cinema che avevano l'induzione per gli apparecchi acustici predisposti.

Con Auracast questo problema non c'è, è come se fosse un FM ma digitale. Un apparecchio che costa meno e trasmette a tutta la sala del cinema.

Bisogna stare aggiornati. Io ho fatto una piccola ricerca su internet, e ho visto che tutte le società di audioprotesi si sono aggiornate: Phonak, Resound, Oticon.

Solo Cochlear ha implementato Auracast sul nuovo processore N8 pronto a partire, e il sistema Auracast è un microprocessore, quindi è proprio una parte sua integrata, quindi deve essere realizzato ex novo all'interno del dispositivo stesso.

Quindi io ho finito... ce l'ho fatta?

**Lorenzo Baldinelli** - Si potranno adattare i dispositivi con l'Auracast?

**Paolo Malerba** - Purtroppo no, mi spiace, perché il sistema Auracast ha un suo microprocessore che deve essere integrato nel sistema.

**Lorenzo Baldinelli** - La parte interna può rimanere la stessa per quanto riguarda le protesi acustiche?

**Giovanni Barin** - Chiedeva se era possibile cambiare il processore esterno per renderlo compatibile con Auracast?

**Paolo Malerba** - Sì, è possibile. Ma chi ha un processore e un apparecchio acustico con bluetooth, ci vuole un bluetooth di ultima generazione e ci vuole l'apparecchio Auracast integrato perché è un codice, è un nuovo protocollo come dicevo prima.

**Giovanni Barin** - Si potrà avere un dispositivo intermedio?

**Paolo Malerba** - Sì, quella è una cosa che già stanno facendo, il problema è sempre l'ultimo miglio. Io posso avere un cellulare Auracast.

**Domanda** - Se ho una versione superiore all'ultima versione 5. 2 di bluetooth è compatibile con Auracast?

**Paolo Malerba** - la versione 5. 2 è già Auracast, le versioni successive sono già dotate di questo sistema, predisposte ad Auracast.

**Domanda** - Avendo un 5, dovrei comprare 5. 2?

**Paolo Malerba** - 5. 2 o superiori, la 5. 2 da sola non va bene, è un plug in più che hanno aggiunto alla 5. 2. Auracast è un sistema nuovo per il sistema bluetooth, cambia completamente il concetto di bluetooth.

**Domanda** - il consumo energetico di bluetooth Auracast rispetto al bluetooth precedente è inferiore?

**Paolo Malerba** - Sì, consuma meno energia. Poi dipende anche da quanto lo usate.

**Giovanni Barin** - dovremo cambiare tutti gli smartphone?

**Paolo Malerba** - Sì, ma tanto si cambieranno tra 2 - 3 anni sicuramente.

- Quali sono i dispositivi per utilizzare Auracast in una sala, come questa?

**Paolo Malerba** - C'è il trasmettitore bluetooth Auracast che verrà montato sui sistemi microfoni e trasmetterà, sarà un apparecchio che si dovrà montare ai microfoni per trasmettere in bluetooth alla sala.

**Domanda** - Non c'è la possibilità di avere i sottotitoli sugli smartphone?

**Paolo Malerba** - bisognerebbe chiederlo ai produttori di smartphone.

**Giovanni Barin** - quello è un motore interno agli smartphone?

**Paolo Malerba** - Sì.

**Domanda** - Sono d'accordo con lei per quanto riguarda l'impianto di induzione magnetica, ma bisogna spegnere i cellulari perché io sento tutti i cellulari, bluetooth è meglio. Questo sistema Auracast è possibile avere un dispositivo piccolo personale?

**Giovanni Barin** - Intanto la persona che è intervenuta diceva che si trova meglio con il bluetooth rispetto al wi-fi come oggi, poi per quanto riguarda l'induzione rispetto al bluetooth, meglio il bluetooth perché è più pulito il segnale e non ha disturbi e poi ci saranno dispositivi portatili.

**Paolo Malerba** - In effetti Auracast produce minore latenza tra l'emissione del suono e la ricezione, perché è un sistema dedicato, ha meno tempo per fare il discorso dei protocolli che dicevamo prima, tradurre dai numeri alla voce.

**Liliana Cardone** - Però c'è una differenza, tra bluetooth e l'induzione magnetica che è sempre presente, invece gli strumenti che funzionano con il bluetooth bisogna averli disponibili carichi e bisognerà gestirli rispetto all'induzione che è immediata.

**Paolo Malerba** - Certo, bisognerà stare più attenti. Il bluetooth in un dispositivo consuma molto poco di energia, più che altro ricordatevi di disattivarlo perché non è buona norma lasciarlo acceso perché con il bluetooth il cellulare è aperto e chiunque può accedere.

È un sistema abbastanza sicuro ma non è sicuro come il wi-fi, che ha un sistema di protezione molto più alto. Il bluetooth si usa quando serve.

**Domanda** - Auracast avrà più protocolli di protezione?

**Paolo Malerba** - Sì, nella comunicazione, non nell'accesso al sistema. Nella comunicazione è difficile che si riesca a intercettare e capire perché usano un sistema di codifica e decodifica 1 a 1. Il problema è l'accesso al cellulare, una porta bluetooth è sempre aperta e qualunque sistema informatico può accedere.

**Giovanni Barin** - Se non ci sono altre domande ringrazio l'ingegner Malerba e chiamo il dottor Roberto Daffonchio dirigente di Regione Lombardia, con il quale abbiamo avuto l'onore e la fortuna di essere chiamati a collaborare al progetto che ci vede oggi qui assieme.

**Dott. Roberto Daffonchio**

Buongiorno a tutti. Intanto un ringraziamento ad a.l.f.a. per questa opportunità e per questo invito. Porto anche i saluti dell'Assessore Lucchini che oggi è impegnata con il

presidente e non ha potuto partecipare direttamente ma mi ha chiesto di portarvi i suoi saluti e i suoi ringraziamenti. Sostanzialmente quello che è opportuno qua richiamare è un progetto che è stato sviluppato all'interno di Regione Lombardia che riguarda proprio l'attività di strumentazione per una piena inclusione delle persone sorde ipoacusiche. Si tratta in sostanza di un finanziamento che deriva direttamente dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, l'Ufficio per la Disabilità con il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, i quali ogni due anni circa erogano delle risorse alle Regioni per fare sì che si sviluppino dei progetti di particolare rilevanza rispetto a tutto il tema della disabilità sensoriale, in questo caso in particolare sulla disabilità uditiva e quindi l'ipoacusia.

Questo è importante perché come abbiamo visto dai due precedenti interventi tutto il tema della ricerca e della tecnologia che sta avanzando in maniera molto rilevante, deve avere poi una ricaduta molto operativa e pratica che è quella dell'informazione e della comunicazione. Se tutte queste innovazioni non vengono portate all'attenzione di chi ne ha bisogno e della comunità intera, rischiano di essere utilizzate solo per la minima parte.

Quali sono le finalità del progetto? Questi fondi vengono dati alle regioni e noi come Regione Lombardia abbiamo l'onere di organizzare e definire un progetto, poi vedrete i partner che hanno partecipato a questo progetto, oltre ad a.l.f.a., devono essere attivate tre linee di intervento: 1) tutta la promozione della conoscenza e le competenze che fa riferimento alla Lingua dei segni italiana e a quella tattile, la list. Un secondo punto è quella di iniziative per diffondere i servizi di interpretariato, servizi pubblici e di emergenza, sanitario o socio - sanitario, e una terza iniziativa l'utilizzo di ogni altra tecnologia finalizzata ad abbattere le barriere della comunicazione e dell'informazione, quindi il tema della ricerca rispetto a protesi acustiche molto innovative o impianti cocleari.

Le risorse assegnate nell'ultimo riparto nazionale sono importanti, sono un milione e 203 mila 258 euro. Noi abbiamo vinto il premio perché abbiamo utilizzato rispetto alle altre Regioni tutte le risorse della precedente programmazione e ci sono stati dati ulteriori 51 mila 853 euro.

Entrando nel progetto: intanto è un periodo di svolgimento che va da novembre 2023 a giugno 2025 che dovrà chiudersi salvo eventuali richieste di proroghe, perché l'avvio di questo progetto è stato abbastanza difficoltoso per problematiche che non dipendono né da Regione né da a.l.f.a., ma di altro tipo.

Com'è stato individuato il progetto nelle sue articolazioni? Innanzitutto è un progetto che si aggancia all'edizione precedente con una attività di continuità, sviluppa meglio e amplia tutte le azioni della precedente edizione 2020 - 2022, attua una attività più di service, che è un servizio personalizzato sia in presenza che in video- interpretariato da remoto per quanto riguarda la Lingua dei segni e individua tecnologie non basate sulla Lis, oltre che a fare una parte di monitoraggio di impatti nel progetto. Sostanzialmente per dire: non solo Lis, ma tutto il tema della tecnologia, come dicevamo prima e la valutazione di impatto è fondamentale perché noi sappiamo che il Ministero fra 2 - 3 anni rifinanzierà un altro ciclo di iniziative. Quello che facciamo sempre è: consideriamo quello che è stato svolto in questa programmazione, ci facciamo aiutare per valutare quali sono gli impatti in modo tale che nel prossimo progetto teniamo conto di queste raccomandazioni e spunti e ulteriori evidenze per migliorarsi.

Altro punto è la complementarità, questi fondi nazionali sono dedicati a disabilità uditiva ma non devono sovrapporsi a quelle che sono attività di finanziamento già in corso.

Regione Lombardia si è dotata della legge 20 del 2016 che va in questa direzione, va a incentivare percorsi per la promozione dell'inclusione sociale e autismo, delle persone con disabilità uditive, sordo - cieche o con deficit di comunicazione. Noi abbiamo strutturato un progetto che va a collocarsi lateralmente a fianco a quello che finanzia la legge 20, che sono piani triennali, quello in corso scadrà nel dicembre 2025 e l'importo stanziato è di 520 mila euro.

Per quanto riguarda i partner, questo evento è finanziato all'interno di questo progetto, due aziende territoriali sanitarie, ATS Città Metropolitana Milano e ATS Brianza, che hanno supportato sempre Regione Lombardia per il miglioramento e il contrasto rispetto alle disabilità sensoriale; c'è ENS, come Consiglio regionale, e Fondazione Lega del Filo d'oro, oltre ad a.l.f.a. che partecipa.

Rispetto all'edizione precedente l'entità dei partner si è ampliata. Nella precedente edizione i partner erano più ridotti. Questo ci assicurerà ora una iniziativa a più ampio spettro di intervento soprattutto con ricadute che siano più positive per tutte quelle che possono essere disabilità uditive di diverso tipo e dimensione. Le azioni progettuali sono tre: implementazione della Lis, utilizzo di tecnologie finalizzate all'abbattimento delle barriere dell'informazione, la comunicazione rispetto a persone sorde o con ipoacusia, con protesi acustiche ed impianti cocleari, l'attività di studio, sperimentazione e comunicazione. La sperimentazione non è l'attività di sperimentazione pura, finanziata all'interno di progetti tipo università, tipo istituti di ricerca, ma è invece il tema di una sperimentazione più operativa e pratica

direttamente con le persone che possono usufruirne, e una comunicazione all'esterno rispetto a quelli che sono stati gli esiti di questa sperimentazione.

Una fase di sperimentazione vera e propria e di ricadute, valutazioni di quello che va a vantaggio di queste tipologie di persone. Queste sono più nel dettaglio l'azione

- 1) accesso ai servizi pubblici su chiamata o prenotazione, all'interno di contesti di vita quotidiana come la scuola, i patronati, i negozi, i condomini, l'avvocato, in ambito sanitario rispetto a situazioni particolari, ma tutto ciò che è il tema del lavoro, all'interno dei servizi al lavoro e gli incontri istituzionali, c'è questo servizio. È stato poi recentemente anche avviato in via sperimentale la copertura sulla fascia notturna rispetto a situazioni di emergenza o week-end, c'è attualmente un progetto che copre h24 eventuali richieste di aiuto.
- 2) La azione 2 è più finalizzata a implementare i servizi e le tecnologie, i servizi di sottotitolazione e di tecnologie dedicate e accessibili a tutti i cittadini. In particolare si è definito con le associazioni questi luoghi, le scuole, le università, all'interno di associazioni, di luoghi della cultura, come per esempio i teatri e i cinema, gli ospedali e i reparti di audiologia e alle strutture socio - sanitarie sia pubbliche, private, semplice o privato accreditato.
- 3) Azione 3 sono comunicazione, campagne pubblicitarie, video informativo, corsi di formazione per gli operatori che è importante che siano strettamente coinvolti in questo progetto, corsi sulla list, e comunicazione per persone con sordo-cecità, perché risponde in maniera particolare a quelli che sono casi di pluridisabilità.

Questo è tutto, sono stato molto rapido e veloce e spero di avervi dato le informazioni utili.

**Federica di Berardino** - Prima di chiamare i partecipanti alla tavola rotonda, un doveroso ringraziamento a chi ha rappresentato la nostra Regione, perché la Regione Lombardia oltre a fregiarsi il fatto che ha in essere delle eccellenze – perché l'Audiologia nasce in Italia nel mondo accademico proprio a Milano nell'istituto di Audiologia, siamo stati i primi in Italia ad avere l'audiologia- è una regione molto sensibile, infatti è una delle prime regioni che ha avviato lo screening uditivo neonatale e crede molto nella tutela di tutti gli strumenti che possono ridurre la disabilità anche nel mondo della sordità. Grazie.

**Roberto Daffonchio** - Grazie a voi.

Federica di Bernardino - l'architetto Giovanni Barin vuole chiudere il discorso che abbiamo già introdotto dal punto di vista tecnico con l'ingegner Malerba. Concludiamo questo argomento di Auracast che è sicuramente di interesse viste le domande che ha suscitato.

## **Arch. Giovanni Barin**

Buongiorno, io porterò via poco tempo perché la tavola rotonda incombe, e lascerò a parte molte parti di quello che volevo dire, che in realtà sono già state dette.

Quello che preme dire è che a.l.f.a. ha una storia di abbattimento alle barriere della comunicazione, e ci è piaciuto il progetto di Regione Lombardia che ha chiamato a.l.f.a. a collaborare con altre associazioni, l'aspetto sordità visto a 360 gradi, questo ci ha fatto enorme piacere perché la collaborazione con l'ENS, e con la Lega del Filo d'oro, è stata una ottima occasione per chiudere il cerchio.

Quello che ad a.l.f.a. piace e preme è che la sordità sia affrontata in tutti i suoi aspetti. È un discorso legislativo che è molto importante, la convenzione ONU dei diritti delle persone con disabilità richiama spesso l'aspetto comunicativo e tecnologico, per cui questo progetto si inserisce perfettamente in un discorso a livello globale di abbattimento della barriera comunicativa.

Siamo stati chiamati sia nello strutturare un progetto come a.l.f.a. e ci ha fatto più piacere perché ATS Milano ci ha chiesto di collaborare direttamente con loro per aiutare o comunque affrontare un percorso di gestione dei dispositivi tecnologici che avrebbe visto ATS avere dei tempi più lunghi. Quindi stiamo lavorando su due fronti, la parte che riguarda a.l.f.a. assieme ad ATS Milano. È un discorso assolutamente pertinente a livello regionale perché le persone che fruiscono di finanziamenti e di un sostegno legato alla sordità non sono poche ed è anche corretto che la comunicazione sia resa fruibile non solo attraverso il dispositivo personale ma anche fruendo degli spazi che sono aperti a tutti.

In questo noi abbiamo fatto una piccola riflessione, adesso lascio perdere il discorso più teorico, ma cercando di andare a lavorare laddove negli spazi aperti a tutti, la questione comunicativa di ricezione del segnale sonoro era difficoltosa sia per un discorso pratico di spazi e sia a livello tecnologico.

Ci ricorda tutto quello che ci ha raccontato l'ingegner Malerba: un progresso tecnologico che è visibile in tanti aspetti, e noi come persone che lavorano sulla

disabilità, ma le persone stesse con sordità affrontano, quindi una evoluzione tecnologica.

Io ho messo come esempio la slide riguardante i vari spinotti di tutti i tipi che penso che abbiamo utilizzato tutti, passando da una trasmissione del suono con dispositivi di una tecnologia fino ad arrivare quello che oggi è l'utilizzo del wi-fi e domani quello che sarà Auracast.

Siamo intervenuti su 4 ambiti: uno è il livello dell'area dell'istruzione, uno culturale, uno socio - sanitario e uno, ultimo, quello delle associazioni. Sull'area formazione, importante perché non riguarda solo la sordità ma tutta la disabilità, persone con disabilità che raggiungono un titolo di istruzione, sicuramente è migliorabile.

Le persone con disabilità uditiva nelle scuole sono circa 14 mila persone. Come favorire la comunicazione di queste persone in un contesto di edifici scolastici in Italia abbastanza critico, vuoi perché abbiamo un patrimonio edilizio abbastanza vecchio, storico diciamo, con un riverbero molto elevato, gli studi ci sono e dimostrano che una larga fetta di scuole ha un tempo di riverbero superiore a quello che la normativa imporrebbe. Non possiamo andare con questo progetto a influire sull'edificio scolastico. Sull'aspetto tecnologico possiamo fare qualcosa per favorire l'apprendimento delle persone con disabilità nelle scuole. Un miglioramento che abbiamo proposto nelle scuole è abbastanza semplice tutto sommato perché l'epoca Covid ha strutturato tutte le scuole con questo sistema wi-fi e le piattaforme che abbiamo conosciuto tutti.

Alle scuole che hanno voluto partecipare abbiamo dato un sistema microfonico, dal quale il docente può parlare, aprendo una connessione dei software di Meet, o Teams, nel software dello studente - studentessa che può ricevere il sonoro e la riscrittura di tutta la lezione.

È un aspetto che a livelli più elevati, nelle università, è più frequente, ma è possibile anche nelle scuole, e questo dà una possibilità allo studente - studentessa: la possibilità di avere un maggiore impegno sotto l'aspetto dell'attenzione uditiva e di avere gli appunti della lezione già disponibili. In tutto questo abbiamo aggiunto un aspetto fondamentale: l'aiuto alle scuole, alle famiglie, agli studenti, delle pedagogiste che collaborano con l'associazione perché le scuole hanno tanti elementi da portare avanti. Fare una situazione di sensibilizzazione è sicuramente stato un elemento fondamentale. Gli istituti che hanno collaborato in questa fase sono quelli che vedete in slide. È stato dato un microfono come questo per il professore, dopodiché nello scorso ciclo scolastico, come diceva il dottor Roberto Daffonchio, siamo partiti un po' tardi per

varie ragioni, ed abbiamo analizzato le criticità e gli elementi favorevoli di quello che abbiamo fatto. Sugli elementi favorevoli vuole dire che lo studente ha avuto un beneficio, ci interessava quest'anno affrontare le criticità. Sicuramente uno degli aspetti principali è stato avere la maturità dell'alunno, oltre che dei docenti, questo possiamo darlo per scontato- ma in realtà no, la maturità per fruire di questi strumenti.

Abbiamo visto che è molto meglio concentrarci su alunni non delle scuole medie ma delle scuole superiori. Sui docenti, dare una mano per avere una fruibilità e fruire in modo positivo di questi strumenti organizzando bene anche l'aspetto inclusivo con tutto quello che è il percorso strutturato a livello legislativo nelle scuole.

Seconda area quella del sistema culturale: abbiamo concentrato la nostra azione principalmente sui teatri perché sono gli ambiti che, sebbene la Scala di Milano ha già una predisposizione abbastanza avanzata con tablet con la sottotitolazione in tutte le poltrone e i loggioni, altri teatri invece non ce l'hanno. Anche perché l'aspetto comunicativo è importante non solo per la persona con sordità che già utilizza un ausilio ma anche chi nei teatri va per proprio piacere da tempo ed ha affrontato una difficoltà uditiva nel corso degli anni.

Le persone che incominciano a avere una certa età hanno una difficoltà uditiva. Non hanno protesi acustiche o impianti cocleari. Attraverso i dispositivi che abbiamo qui oggi, non solo le persone con disabilità ma chiunque con il proprio smartphone può collegarsi con una cuffietta e sentire bene quello che viene fatto a teatro, cosa che io ho fatto fino adesso per testare il sistema.

Rispetto all'induzione magnetica che determina di potere fruire in un solo spazio ben determinato l'ausilio uditivo, questi sistemi permettono di andare dovunque si vuole, i sistemi sono questi che funzionano con una rete wi-fi, l'impianto può collegarsi a un sistema di amplificazione come questo che oggi non funziona per cui non abbiamo potuto collegarci, ma ne abbiamo strutturato uno nostro per l'ascolto. Poi sono stati assegnati dei computer legati alla stazione perché non era programmata e laddove la rete wi-fi non era presente abbiamo fornito un router. Questo permette di potere decidere dove mettersi baipassando un diagramma classico di cui si usufruisce nell'aspetto scolastico lasciando libertà a tutti di usufruire del suono.

Non vi faccio vedere questi video perché non abbiamo il tempo, li trovate su internet, guardando dove sono i produttori di questi sistemi, spiegano in modo sostanziale come funzionano.

Laddove c'erano teatri che non avevano un sistema di microfoni utili, abbiamo fornito quello che serviva al teatro e non parliamo di posti piccoli o limitati perché il Piccolo

Teatro di Milano non era dotato di questo sistema, per cui abbiamo fornito anche questa parte, sempre grazie al finanziamento regionale.

Abbiamo sperimentato a livello associativo con l'Associazione Liberi di sentire quella che è una applicazione, senza necessità di avere strumenti ulteriori, ma smartphone – smartphone, la comunicazione diretta tra chi parla e chi ascolta (Jacoti Lola).

A livello della Lombardia i teatri con cui abbiamo lavorato sono quelli che vedete. A Milano i principali hanno fruito di questo lavoro ma siamo anche in contatto con Cremona, Brescia, Lodi, Como. Abbiamo cercato di diffonderlo il più possibile.

A livello del sistema sanitario e socio- sanitario abbiamo attivato due filoni di lavoro, uno con il reparto di Audiologia e l'Università degli Studi di Milano, fornendo questi sistemi per cercare di verificare poi proprio nella realtà, tra sanità, tra medici, audiologi e le persone che fruiscono del reparto come fruire di questa tecnologia, sia direttamente che indirettamente, perché si fa una cultura dell'accessibilità comunicativa.

Anche qui un aspetto molto importante, abbastanza difficoltoso, non è possibile fruire delle reti wi-fi di queste strutture perché hanno un sistema di privacy molto elevato, quindi abbiamo fornito un sistema wi-fi dissociato dalla rete internet, altrimenti la questione dei dati diventava complicata. Ultimo aspetto, secondo filone con cui collaboriamo insieme ad ATS Città Metropolitana di Milano, riguarda l'accessibilità dei servizi CUP, dove si vanno a fare le prenotazioni.

Questo è un filone che ci vede lavorare in modo secondario, perché la prima fase vede uno studio dello stato di fatto che verrà fatto dall'Università Cattolica. Abbiamo Antonella Conti qui che seguirà questa parte direttamente, dopodiché, dopo avere organizzato la necessità della struttura insieme ai fruitori, i medici, verificheremo l'installazione di questi sistemi nel servizio allo sportello delle persone, sia a livello di sale di aspetto che di sportello, rendendo possibile grazie a questa tecnologia una sottotitolazione in tempo reale laddove c'è uno strumento di ultima generazione. Le tecnologie vanno sempre a braccetto con l'evoluzione tecnologica. Ma a livello di 1 a 1 questa può essere una ulteriore possibilità. Grazie.

Adesso la parola agli specialisti della **Tavola rotonda: Eliana Cristofari, Mattia Ravera, Chiara Campovecchi, Nader Nassif e Maurizio Guida.**

**Federica di Berardino** - Nel frattempo se ci sono domande aggiungetele alla chat, con il QR.

**Giuseppe Del Grosso** - Io mi chiamo Giuseppe Del Grosso, sono un sordastro, vivo a Milano, appartengo al Pio Istituto dei Sordi, che ho frequentato per 9 anni, ma prima avevo frequentato altre scuole. Ora sono in pensione, ho lavorato, mi sono sposato, ho due figli udenti, i miei figli hanno più di 50 anni e non abitano vicino a me, sono lontani. Ma una volta i figli mi aiutavano a comunicare con gli udenti, per esempio con le telefonate e con i computer, adesso io sono da solo perché i miei figli sono lontani. Frequento le associazioni, l'ultima volta che ho frequentato l'associazione era quella di Legnano, poi dopo il Covid sono rimasto a casa e ora c'è la questione di lontananza e non conosco nessun patronato che mi possa aiutare a risolvere i problemi con le telefonate. Non voglio disturbare i miei vicini di casa perché non sono tecnologico e non sono esperto di computer. Adesso i comuni e gli enti mi mandano i link e le mail per accedere a questi servizi, prima mi arrivavano delle lettere per pagare i servizi della vita di tutti i giorni. Io non conosco nessun patronato che mi possa aiutare e ho letto che la Regione Lombardia ha stanziato un contributo alle associazioni ma io non conosco quelle associazioni, non voglio che si approfittino di me. Vorrei capire quale sia il punto di riferimento e mi piacerebbe conoscere qualcuno competente che mi possa aiutare, viste le mie condizioni, perché sono un sordastro ma in mancanza di istruzione so che i sordi possono imparare, i ciechi a differenza dei sordi possono sentire tutto, non ci sono problemi a livello comunicativo. Ai tempi dell'Istituto i sordi si fermavano alla prima media, non c'era l'università, io appartengo alla vecchia generazione, grazie a tutti dell'attenzione.

**Giovanni Barin** - posso dare una risposta? Come associazioni il Pio Istituto dei Sordi e a.l.f.a. si conoscono da tanto tempo, si sta migliorando, questo progetto è stato utile per mettere in comunicazione le associazioni tra loro. Fino a poco tempo fa sappiamo la diatriba sordi oralisti / sordi segnanti, a noi questo non interessa: a noi interessa che tutti abbiano quello che serve.

Anche il discorso di tutela delle persone, mettendo insieme le forze riusciamo a dare, ENS da una parte e il Pio Istituto dei Sordi che riunisce un po' tutto, è questa rete che dobbiamo riuscire a sfruttare, insieme ai medici che hanno una competenza che va assolutamente condivisa, questo è il nostro ruolo. E oggi questo progetto ce ne dà l'opportunità.

Il nostro impegno è quello di cercare di migliorare. Abbiamo già fatto con qualcuno che è qui in sala un primo evento dove questo sistema è stato installato nell'auditorium della Università IULM. Poi un altro evento inaugurale a Triennale.

Bisogna perseverare tutti insieme perché è la prima volta che si installano questi sistemi. A noi piacerebbe tanto che le persone che hanno la possibilità di sfruttare questi sistemi, fruissero degli spettacoli e dei momenti come questo. Quindi l'invito è: lavoriamo insieme, sollecitiamoci, perché quello che è stato detto è essenziale per le persone.

**Giuseppe Del Grosso** - Sono parole queste, serve una rete efficace che bisogna creare e bisogna rimboccarsi le maniche per andare avanti, perché sono 60 anni che sento sempre le stesse cose.

**Giovanni Barin** - Noi abbiamo iniziato dalla concretezza della tecnologia che cerchiamo di portare oggi con questo progetto, che serva a tutti.

**Federica di Berardino** - Una piccola precisazione: ringrazio il contributo che ha dato l'interlocutore del Pio Istituto perché fa vedere come l'evoluzione tecnologica ha permesso negli anni di fare le cose. Anche quello oggi abbiamo detto, è vero sono parole, ma non è il futuro: è l'oggi che si sta mettendo in essere. Se la tecnologia 50 anni fa ha permesso di fare qualcosa, adesso può fare lo stesso passo che ha fatto 50 anni fa. La digitalizzazione permette di entrare in comunicazione, siamo qui per questo. Oltretutto la rete della Regione Lombardia deve aumentare perché anche sugli screening uditivi neonatali ci ha messo 30 anni a funzionare, su queste cose speriamo che ci metta meno.

**Giuseppe Del Grosso** - Manca il lavorare sull'accessibilità.

**Federica di Berardino** - Questo è il primo punto di questo progetto, togliere le barriere e facilitare l'accessibilità, è emozionante potere vedere queste differenze oggi insieme.

**Giovanni Barin** - una domanda, che leggo: se la discriminazione sequenziale non è uguale all'udito naturale, se gli aspetti melodici della musica non sono possibili, se il rumore è molto più sfidante, non è rischioso veicolare il messaggio che il bambino con l'impianto cocleare è normoudente? Enfatizzare questo messaggio non fa rischiare di non prestare attenzione alle criticità presenti?

**Giovanni Barin** - Io da genitore dico: sì, sicuramente sono argomenti che pensiamo spesso, la scelta di dare ai nostri figli un impianto cocleare sarà quella giusta? Oggi noi siamo assolutamente contenti. Le criticità però ci sono, come le affrontiamo? Ci vuole dare una sua visione?

**Maurizio Guida** - è una domanda che introduce la tavola rotonda, l'impianto cocleare stimola elettricamente il nervo, un organo artificiale, ha un messaggio grossolano, le criticità sono più nel post- verbale, di chi ha perso l'udito quando sentiva bene perché a livello neurocorticale ha un'area corticale strutturata, il bambino che nasce sordo a un anno è quello il suo udito, le dottoresse che sono qui hanno un linguaggio da normoudente. Il punto critico avendo una analisi non così fine, il messaggio è grossolano, io ho range frequenziali rispetto al numero di elettrodi e non una analisi fine, ma con un allenamento si può migliorare i punti critici che sono la musica e la presenza del rumore, poi c'è la distanza, questa sala non è dritta, per ragioni acustiche se era dritta chi si sedeva in fondo sentiva meno. Quindi l'elaboratore del linguaggio si può migliorare con un adeguato allenamento. Nell'adulto ovviamente serve un po' di tempo perché il messaggio che arriva il cervello non è in grado di decodificare, lui è strutturato, ha una memoria uditiva in un modo, poi se ha perso l'udito all'improvviso è una cosa, se l'ha perso con dei follow-up più lunghi sugli acuti, è un'altra cosa. Per quanto riguarda la musica: l'adulto deve iniziare a ascoltare le canzoni che ha in memoria con il testo davanti e lì inizia a decodificare un messaggio digitalizzato perché quando esce dalla cassa è digitalizzato. La voce naturale è in un modo il messaggio digitale c'è il telefono, la televisione e la radio anche quella in macchina con il rumore di fondo. Quindi arrivi a riconoscere bene le parole, buona parte della musica con la melodia, anche nelle nuove canzoni. Si può migliorare attraverso delle modifiche sui sistemi attuali.

**Giovanni Barin** - Nell'ipotesi di impianto totalmente interno supportatore di impianto cocleare dall'infanzia, è possibile che il timpano abbia perso funzionalità o il timpano e l'orecchio interno restano conservati?

**Mattia Ravera** - stiamo parlando di un impianto cocleare totalmente impiantabile, l'elettrodo che mettiamo all'interno della coclea è molto fine, il chirurgo deve introdurre questo elettrodo all'interno della coclea per creare meno danno, in modo tale che se nel futuro ci fosse la necessità...

**Federica di Bernardino** - Loro chiedevano della membrana.

**Mattia Ravera** - Parliamo della coclea che non venga danneggiata. Per quanto riguarda la membrana, questo non dovrebbe creare nessun danno a livello delle cellule interne se ho capito bene la domanda.

**Federica di Bernardino** - La domanda era ancora più meccanica secondo quanto avevo interpretato, nel senso che la sollecitazione del timpano avviene e può funzionare in un soggetto con impianto cocleare? E la risposta è: assolutamente sì, non ci sono problemi,

dipenderà dalle condizioni timpaniche ma l'intervento dell'impianto cocleare passa da dietro, non va a lesionare la membrana timpanica che può accogliere un elettrodo, sarà il problema di come funziona il nuovo device.

**Eliana Cristofari** - penso di avere interpretato la domanda che ci sentiamo fare spesso, sia da genitori di bambini molto piccoli che penso: cosa succederà tra 10 - 20 anni ai loro bambini sia ai giovani adulti. L'impianto completamente impiantabile è già esistente ed è stato impiantato da alcuni pazienti a livello sperimentale e io ho potuto conoscere questi pazienti e lo utilizzano bene durante la giornata quando fanno la doccia, il bagno, ma se hanno necessità di sentire bene devono mettere il processore esterno perché l'impianto completamente impiantabile ha limiti tecnici legati alla qualità della riproduzione del microfono che si trova sotto cute ed è legato all'alimentazione e alla batteria.

Mi sentirei di assicurare tutti coloro che portano un impianto cocleare oggi perché l'impianto cocleare completamente impiantabile viene concepito con una possibilità della sostituzione degli impianti attualmente presenti, quindi probabilmente i bambini che oggi ricevono un impianto cocleare tradizionale tra 10 o 20 anni potranno optare per un impianto completamente impiantabile. Se la tecnologia sarà ben evoluta e sarà sufficiente togliere l'impianto attualmente presente e sostituirlo con un impianto completamente impiantabile cosa che oggi già si fa, laddove raramente succede che l'impianto posizionato si rompa, si toglie l'impianto rotto e si sostituisce con un impianto funzionante. Si tratta di una seconda chirurgia, ma direi di non fasciarci la testa prima del tempo, ma di essere molto ottimisti perché penso che la tecnologia evolverà in modo tale da darci uno strumento di facile sostituzione anche per chi vorrà opzionare quella possibilità. Al momento la tecnologia dell'impianto completamente impiantabile non è ancora arrivata al punto tale da potere essere diffuso nel mondo in maniera sistematica e quindi dobbiamo attendere ancora qualche anno.

**Maurizio Guida** - Su alcune patologie avrà problemi, il totalmente impiantabile come sistema non c'è. Teniamo ben presente che le batterie hanno una durata, se l'impianto è di un bambino di un anno, quante volte devo cambiare nell'arco della sua vita le batterie, e l'accoppiamento com'è? Faccio un taglio e cambio, la cute si assottiglia. Ad oggi è bene verificare i risultati perché le performance uditive devono essere sovrapponibili a quelle di oggi o migliorare, e non è da sottovalutare la durata delle batterie perché un bambino che è impiantato a un anno, arriva a più di 80 anni, quante volte dovrà cambiarle?

**Federica di Berardino** - Avete visto diversi aspetti, la domanda era più semplice perché chi l'ha posta me l'ha comunicato: è chiaro che non si va a agire sul timpano quando si fa un impianto cocleare, se è malato avrà un'altra condizione.

**Laura Marega**- Scusate, posso integrare la domanda? Sono impiantata da 20 anni in un orecchio e l'altro da poco e ho una sordità infantile. Quando ho fatto la scelta dell'impianto cocleare mi era stato detto che avevo avuto un progressivo indurimento del timpano perché sollecitato attraverso le protesi acustiche con una forte stimolazione si era indurito. Quindi la domanda è questa, volevo questo chiarimento dal punto di vista medico: sono 20 anni impiantata, ho avuto un timpano ipersollecitato, ora non lo è più perché l'impianto cocleare bypassa il timpano, ormai non penso che lo rifarò, se volessi fare un impianto completamente impiantabile, il mio timpano riuscirebbe ad avere questa sollecitazione? Grazie a tutti.

**Maurizio Guida** - Ovviamente va valutato caso per caso per capire la vera causa della sordità, perché bisogna vedere qual è stata la causa. In un orecchio normale, anatomicamente, che non ha avuto patologie, il timpano può essere sollecitato quanto si vuole e non succede nulla perché è una membrana che vibra. Una stimolazione importante con protesi acustiche di potenza non può dare problemi sul timpano, anzi, tutto è beneficio anche nelle persone che sono in procinto di fare un impianto devono portare prima le protesi acustiche perché l'orecchio va stimolato. Se c'è la lesione del timpano, ci sono interventi più complessi, come togliere tutto: si toglie il timpano, si toglie la catena e l'impianto cocleare è quello tradizionale perché non si può accoppiare su una membrana che non c'è più. Bisognerebbe guardare il suo orecchio, se il timpano è normale non dovrebbero esserci problemi in futuro, adesso avrà sicuramente delle caratteristiche di amplificazioni interne, non dovrebbero esserci controindicazioni al posizionamento, prima bisogna guardare l'orecchio.

**Chiara Campovecchi** - Lei parla di un sistema, la sperimentazione lavora anche sul microfono che non tocca la membrana timpanica, perché posiziona un microfono e la membrana non viene toccata anche se fosse un caso di quelli che abbiamo detto che non si può, in quel caso si può fare perché c'è un microfono internamente.

**Francesco Pavani** - La domanda che volevo fare è per chiarire quello che avevo scritto perché evidentemente l'ho espressa non in maniera molto chiara. A volte si tende a presentare l'impianto cocleare dicendo: l'impianto cocleare rende normoudenti. Ho sentito questa frase in molti contesti e quello che io penso è che questa frase potrebbe violare una cosa che sicuramente sta a cuore ai clinici, cioè dare delle aspettative realistiche. E perché penso che potrebbe violare queste aspettative realistiche? Senza nulla togliere all'impianto cocleare che penso sia effettivamente l'elemento che ha

cambiato le carte completamente della sordità e che, per tanti versi, ha ancora enormi margini di miglioramento, di fatto direi la concordanza di tutte le evidenze che conosco da che mi occupo di impianti cocleari, da 20 anni, è che non rende normoudenti né dal punto di vista degli ambienti acustici, non rende normoudenti dal punto di vista della spazialità del suono che serve per evitare i pericoli, separare il segnale dal rumore della scena, e non rende normoudenti dal punto di vista del linguaggio nei bambini preverbalmente perché dalle evidenze che abbiamo ci indicano che persistono alcune fragilità in particolare dal punto di vista sintattico grammaticale, fragilità dal punto di vista lessicale, che sono normali perché i bambini crescono in un ambiente spesso rumoroso, è normale che un dispositivo che dà una parziale esperienza acustica possa dare loro una parte che serve per sviluppare il linguaggio che noi abbiamo dalla nascita. Questo tipo di evidenze non sono per dire: l'impianto cocleare non è il dispositivo del futuro, certo che lo è, ma l'impianto cocleare non rende normoudenti, perché non agiamo per fare delle soluzioni anche semplici per aiutarci.

**Giuseppe Del Grosso** - Io mi ricordo ormai tanto tempo fa che mi trovavo a un convegno ed ero lì semplicemente nelle vesti di spettatore, era presente l'ENS, parliamo di più di 10 anni fa e all'interno di quel convegno si parlava sempre dell'impianto cocleare. Era la prima volta che si parlava di questo argomento, ed era poi nata una discussione con l'ENS. Questo perché i primi impianti cocleari non garantivano risultati ottimali. C'è stato poi un processo di miglioramento, ricerche più approfondite, esami, test, TAC, quant'altro, che hanno portato a un miglioramento.

**Federica di Berardino** - Una sola precisazione: non è il futuro, è il passato, perché nella storia non esiste né il bianco né il nero. Ogni sordo è differente, è un percorso individuale che proviene da persone differenti. Non si può generalizzare il sordo e non sordo, ci sono diverse abilità comunicative, e diverse strategie per comunicare. Il passato ha visto tante difficoltà, il futuro le vedrà ancora, ma questo non vuole dire che si deve creare una disabilità, ma si abbatte la barriera. Quello che noi sappiamo, ringrazio il prof. Pavani di avere sottolineato, è che c'è una fatica in un percorso di riabilitazione alla educazione orale, che va ascoltata, noi medici ascoltiamo con piacere di quello che è stato il passato di sentire con le protesi acustiche e di riuscire a parlare e avere una bimodalità, e poi vediamo gente che fa la maturità e che quando va a fare la commissione per la valutazione dell'invalidità trova dei medici ignoranti che tolgono l'invalidità perché sono udenti. Questo è il concetto. La tutela di quello che è stato un percorso, ma questo non deve essere una barriera, non deve essere: c'è una difficoltà e questa difficoltà a questo punto crea un mondo in una categoria protetta che non va aiutata. Anzi la comunicazione va oggi, non domani, mediata con la tecnologia, è una

tecnologia di ascolto che possiamo vedere già nel signore che ha gli interventi e che ringraziamo di raccontarci della sua esperienza perché lui riesce a parlare con i segni e noi lo riusciamo a capire anche senza interprete perché ha protesi acustiche, cosa che gli è stato permesso dalla tecnologia di tanti anni fa, ora la tecnologia va avanti e quindi vediamo gli scenari futuri. Il discorso è: noi adesso accompagniamo il bambino in un percorso, quando avrà 70 anni cosa farà? Si passa da domande del: possiamo migliorare la tecnologia e non fermiamoci a vedere il passato altrimenti si creano le barriere.

**Giovanni Barin** – Domanda: quale potrà essere un avanzamento del sistema bimodale, l'utilizzo di impianto cocleare da una parte e protesi acustiche dall'altra? Ci sono protesi acustiche compatibili studiate per funzionare insieme ma devono essere legate a un marchio per la protesi acustica perché vada insieme all'impianto cocleare? È vero che con il bimodale si sente meglio la musica?

**Chiara Campovecchi** – è un argomento molto interessante, di cui si parla da 10 anni nel nostro ambito, però è ancora più attuale dal momento che la tecnologia della protesizzazione acustica è entrata nel mondo del fitting e dell'impianto cocleare, due orecchie sono meglio di uno come abbiamo visto questa mattina con il prof. Pavani.

**Nader Nassif** - La stimolazione bimodale elettrica da un lato e acustica dall'altro ha un significato fin tanto che l'orecchio non impiantato può sfruttare acusticamente una protesi e parliamo di casi cosiddetti selezionati, nei quali esiste una sordità asimmetrica. Il fatto che tutte le case di impianti cocleari stiano cercando di abbinarsi delle case di protesi acustiche, è comunque una evoluzione della tecnologia come diceva la professoressa Federica di Bernardino, che un tempo non si poteva immaginare, perché sembrava che il mondo delle protesi acustiche avesse un filone rispetto agli impianti cocleari. Poi si è capito che probabilmente riusciamo a inserire negli impianti cocleari alcune strategie utilizzate tecnicamente dalle protesi acustiche. L'obiettivo finale è molto ambizioso, quello che l'impianto cocleare si avvicini sempre più ad un udito il più naturale possibile ed è una ambizione molto elevata, non siamo ancora a questo livello. Ma ci sono passi molto interessanti che stanno facendo tutte le case produttrici di impianti cocleari. In questo momento è vero: se vogliamo sfruttare al meglio la tecnologia di un impianto cocleare, se lo abbiniamo a una protesi acustica che posa la stessa tecnologia abbiamo più vantaggi dal punto di vista dell'utilizzatore ma diverso è l'accoppiamento della protesi dell'impianto cocleare con sistemi bluetooth o wireless, con sistemi che non sono a volte compatibili. Se si è arrivati all'impianto cocleare è perché c'è l'indicazione all'impianto e quindi l'orecchio non ha più beneficio dalle protesi acustiche. Questo è un altro discorso, bisogna valutare con i clinici caso

per caso se abbia senso mantenere le protesi acustiche per la stereofonia e non per la discriminazione verbale, questo può avere un suo significato, o si potrebbe utilizzare una tecnologia Cross, o se abbia senso non fare assolutamente niente. O come è il caso della signora, che ha fatto l'impianto e dopo 15 anni ha fatto il secondo, di mettere un impianto cocleare anche dall'altro orecchio, che in questo caso è sequenziale. Sul discorso dell'impianto sequenziale in particolare negli adulti perché i bambini quasi tutti hanno due impianti cocleari fin da piccoli, si potrebbe aprire una grande discussione perché è vero che due orecchi sono meglio di uno, ma in alcuni adulti bisogna riflettere bene sull'efficacia reale del secondo impianto cocleare e sulla necessità di una riabilitazione particolare per riattivare quel lato, la parte corticale che non è semplice attivare quando è dormiente da molti anni. Ma bisogna valutare paziente per paziente, non facciamo di tutta un'erba un fascio, ogni paziente è a sé stante.

**Giovanni Barin** - A me piace molto lo sviluppo delle domande di oggi perché molte vertono sulla musica, fino a pochi anni fa le persone con sordità e la musica avevano un po' di difficoltà, oggi vengono favorite man mano che la tecnologia avanza. Dato che questa mattina mi è stato risposto che è vero che l'impianto non è sufficiente per sentire i suoni gravi, perché non esiste un dispositivo che possa potenziare il suono di uscita alle basse frequenze di 20 - 200 Hertz?

**Maurizio Guida** - Bisogna decidere la frequenza, il problema è legato alla lunghezza della coclea che in media è di 32 millimetri, il filo con gli elettrodi hanno una differente lunghezza, la coclea può essere di 30 millimetri o di 35 come dice la letteratura. Nel primo tratto della coclea abbiamo le frequenze oltre gli 8 - 10 mila, il livello centrale non ha utilizzato queste aree e c'è una riorganizzazione, il range che va da 195 e a volte anche meno usa delle fibre che sono intorno ai 700 Hertz, è il cervello che si deve riorganizzare e ristrutturare. Ecco perché i post-verbali sentono dei suoni non chiari, perché il cervello non è in grado di codificare. La tecnologia deve fare degli array con più elettrodi dove l'analisi è più fine. Bisogna avere le strategie di stimolazione che hanno un elettrodo fisso, alcuni elettrodi o tutti stimolano a mille o duemila Hertz. Nella voce della donna è più alto e nell'uomo più basso. L'azienda non voleva certificarlo perché era più complesso creare la stimolazione ma la voce era più naturale.

È la tecnologia che deve investire per migliorare le performance uditive, così come nella musica, se ho una analisi fine è un vantaggio per i pazienti ma è legato alla tecnologia. È vero che creare 32 elettrodi rispetto ai 22, arriveranno a farlo, perché la tecnologia è

molto avanti perché deve essere sperimentata, ci vogliono alcuni anni e le performance uditive devono essere o lo stesse o migliori.

**Giovanni Barin** – Altra domanda: uso tutt'ora il magnete esterno dell'impianto cocleare che possiedo dopo intervento chirurgico del 2016, quanto può durare il magnete?

**Giovanni Barin** - Mia figlia ce l'ha da 20 anni, penso che duri diverse decine d'anni.

**Federica Di Berardino** – Dura a vita.

**Giovanni Barin** – Domanda: la procedura per operazione di impianto cocleare con intelligenza artificiale è simile alla procedura dell'impianto tutt'ora in uso? Quali sono le differenze o quali saranno?

**Mattia Ravera** - Quello che in realtà è già in atto come frontiera della chirurgia robotica, è esistente, esistono due tipologie di robot, uno si occupa dell'inserzione dell'elettrodo, l'intervento viene fatto dal chirurgo e il robot esegue l'inserzione in maniera graduale per proteggere la coclea. Quello che si vedrà nei prossimi anni perché è già in sperimentazione, è un robot che esegue un tassello nella mastoide e arriva dalla corticale fino alla chiocciola.

Ci sono limiti attuali di questo tipo di intervento perché presuppone che bisogna lasciare fare tutto al robot. Probabilmente chi è già stato impiantato lo sa, chi non conosce bene questo tipo di chirurgia, dentro l'orecchio non bisogna toccare il nervo facciale che può provocare una paralisi per il nervo operato. Si passa sotto il nervo facciale e questo si fa perché è in sperimentazione e presuppone l'utilizzo dell'intelligenza artificiale non per guidare il robot, che va tutto da solo, ma nello studio della TAC preoperatoria che è il work up, le strutture del paziente che vengono ricostruite in 3D, che in altre chirurgie vengono già fatte, l'intelligenza artificiale in sé da sola ci aiuta poco, deve essere collegata ad un attuatore e nel futuro sarà sicuramente quasi robotica.

**Eliana Cristofari** - Nel luglio 2022 noi abbiamo utilizzato per primi in Italia i robot, ma non perché volevamo essere i primi ma perché volevamo capire quale fosse il valore aggiunto di utilizzare il robot nella chirurgia dell'impianto cocleare e attualmente abbiamo impiantato i bambini con il robot, e questa notizia ha portato a ricevere alcune domande da parte di alcuni genitori o pazienti di tutta Italia, chiedendo di venire a Varese di fare l'impianto con il robot.

Noi abbiamo risposto a tutti allo stesso modo: il robot non fa niente da solo, è solo uno strumento in più che ha il chirurgo per potere fare una cosa che ha sempre fatto con le sue mani. Punto. Quindi non dobbiamo immaginare che i robot facciano qualcosa al

posto dell'essere umano, così come in tutta la chirurgia robotica, non solo dell'impianto cocleare ma anche nella chirurgia addominale piuttosto che prostatica, i robot da soli non fanno nulla se non c'è un uomo che li comanda e che dice loro cosa fare. Sono strumenti che ci dicono come fare meglio alcune parti dell'intervento chirurgico.

Nella nostra esperienza che non è enorme, ma possiamo già dire qualcosa, quello che sicuramente può fare l'inserimento robotizzato dell'impianto cocleare è evitare il tremore della mano perché ogni chirurgo anche se molto esperto quando inserisce l'impianto cocleare un po' trema e questo tremore è involontario mentre si inserisce l'impianto, se fai la diafanoscopia e ti riguardi dici: aiuto come tremavo. Questo è tipico di ogni essere umano, e questo non significa che tutti i pazienti impiantati fino a oggi abbiano avuto danni cocleari perché tutti i pazienti che abbiamo impiantato non solo a Varese ma ovunque, i centri lombardi importanti sono qui rappresentati, e tutti hanno avuto ottimi risultati.

Però bisogna pensare al futuro e è giusto pensare che ci siano degli strumenti che possano aiutarci a rendere migliore una tecnica che noi oggi già possediamo. Ben vengano i robot, ma si devono evolvere, devono aiutarci e non essere di ostacolo e se l'inserimento robotico migliora i risultati finali degli impianti cocleari, non solo la chirurgia, non è un esercizio chirurgico fare un impianto cocleare, l'obiettivo è quello di fare sentire bene i nostri pazienti. Se lo strumento ci può aiutare a farli sentire meglio lo utilizzeremo, altrimenti no. Giusto?

**Nader Nassif** - Sì'.

**Chiara Campovecchi** - Concordiamo.

**Giovanni Barin** - C'è una domanda: ero a uno sportello, avevo attivato il dispositivo bluetooth, e si sentivano le voci vicine, c'è un problema di privacy quando si utilizzano queste tecnologie?

Rispondo io, può darsi, ma senza queste tecnologie allo sportello è difficile comunicare, bisogna scegliere cosa fare, io preferisco comunicare rispetto a non comunicare, dopodiché avere anche una trascrizione in tempo reale di quello che le persone dicono, magari si può non attivare il bluetooth ma si può leggere la sottotitolazione. Noi come genitori ci siamo fatti questa domanda: ci sono rischi nell'utilizzare le tecnologie? Sempre, in qualsiasi campo, in ogni momento abbiamo rischi, come quando andiamo con l'automobile, bisogna gestire bene al meglio le tecnologie, questo sicuramente.

**Domanda:** Sono sorda bimodale, uso un impianto cocleare Medel, e ho un sistema di comunicazione, Roger ON, che non funziona come dovrebbe, sento sempre rumore di fondo elevato, credo che l'audioprotesista non è stato capace di indicarmi quale dispositivo utilizzare. Manca la possibilità di provare altri sistemi di ascolto personale di altri produttori di protesi acustiche, eppure ascolto bene con il loop e con questi wi-fi, ci vuole la formazione?

**Federica di Berardino** - Siamo qui in ambito accademico, nella sede dove si laureano i tecnici nel corso di laurea in audioprotesi. Su grande volontà dei tutor che seguono questo corso da anni come audioprotesisti esperti, abbiamo inserito proprio l'aspetto degli impianti cocleari che non veniva trattato se non prima, quando c'era il prof. Del Bo e c'erano ingegneri audioprotesisti che lavorano qua e poi c'è stata una vacanza di questa cosa. Ora i ragazzi hanno il terzo anno una docenza diretta frontale sull'impianto cocleare e sull'uso di queste tecnologie, infatti è importante che gli audioprotesisti siano formati, ci sarà un bug di tempo in cui sarete più esperti voi che l'audioprotesista, ma nella didattica è inserito il discorso della tecnologia wireless e bluetooth.

**Intervento** - lo volevo dire una cosa brevemente che interessa tutti i portatori di protesi acustiche, prima si è parlato del sistema Auracast che va a sostituire bluetooth, un sistema universale. Fino a oggi ogni produttore di apparecchio acustico si connetteva con Android o Apple che non funzionava bene, ora Auracast è implementato in tutti i nuovi apparecchi acustici solo in quelli di nuova generazione in questo momento non funziona perché i produttori di apparecchi acustici non ci hanno fornito il software per farlo funzionare. Però abbiate fede perché Auracast sarà disponibile tra pochi mesi e tutti i nuovi televisori, telefoni, computer saranno dotati di Auracast, oltre i teatri che abbiamo visto prima e oltre a quest'aula. Io ho ascoltato con i miei auricolari, c'erano un po' di problemi per cui non si sentiva bene, con il sistema Auracast tutto questo sparirà, ma non sparirà nel futuro, fra pochi mesi. Tutti i portatori di apparecchi acustici dell'ultima generazione e di dispositivi che possono essere personali che possono avere i normoudenti, potranno collegarsi con Auracast e avranno un range di utilizzo di decine di metri. Quindi tutti quei problemi che ci possono essere oggi qui che la voce va e viene, non ci saranno più. Anzi, la persona con Auracast potrà collegarsi alla televisione, camminare per la stanza e sentire la televisione e addirittura uscire dalla casa e sentire continuamente la televisione, se questo può essere un vantaggio, eh? Questo è il punto di domanda.

**Giuseppe Del Grosso** - I bambini sordi mi vedevano e si parlava, si comunicava e si faceva il segno verso chi utilizzava le protesi e le cuffie, questo perché al Pio Istituto non

c'erano le protesi acustiche ai tempi, usavano solo l'indicazione per fare riferimento a me perché si usava l'indicazione per fare riferimento a chi utilizzava le protesi acustiche, ma parliamo di 50 anni fa. Dopodiché il Pio Istituto ha fatto alcune aule adatte per chi utilizzava le protesi acustiche e sono stati fatti molto progressi. Adesso si parla dei progressi fatti dall'impianto cocleare, anche le cellule staminali e quant'altro, si tratta di un grande progresso, quindi, grazie.

**Giovanni Barin** - Farei chiudere la giornata dalla presidente di a.l.f.a., Emilia Bonadonna.

**Emilia Bonadonna** - Dopo avere ascoltato tutto quello che è stato detto oggi, ho capito che abbiamo un nuovo compito, per esempio di fornire l'Intelligenza Artificiale. Abbiamo ancora molto da lavorare!

Io sono troppo anziana per arrivare fino a lì, già mi accontenterei di essere aiutata a scaricare il modulo della Tari che il Comune di Milano mi manda online invece che spedirmelo per posta.

Grazie a tutti voi, e grazie soprattutto al Policlinico Audiologia di Milano e a tutti quelli che sono venuti ed intervenuti, e a Giovanni e Nicoletta Barin.

**Giovanni Barin** – Un sentito grazie ancora a tutti.